

Schéma Régional Climat Air Energie

Provence-Alpes-Côte-d'Azur

SRCAE

Juin 2013

Partie 2 TENDANCES, POTENTIELS ET ENJEUX



TRANSPORTS



INDUSTRIE



RÉSIDENTIEL
TERTIAIRE



ENERGIE



DÉCHETS



AGRICULTURE



CLIMAT



QUALITÉ
DE L'AIR

Région



Provence-Alpes-Côte d'Azur



Liberté • Égalité • Fraternité
RÉPUBLIQUE FRANÇAISE

PREFET
DE LA RÉGION
PROVENCE-ALPES
CÔTE D'AZUR

Schéma Régional Climat Air Energie

Juin 2013

Partie 1

Introduction et état des lieux

Partie 2

Tendances, potentiels, et enjeux

Partie 3

Scénarios et objectifs
Document d'orientations

Annexe Schéma Régional Eolien

Autres annexes

1 TRANSPORT ET URBANISME

1.1 BILAN REGIONAL

1.1.1 LA REGION EST AU CŒUR DE NOMBREUX FLUX DE MARCHANDISES ET DE VOYAGEURS

La région dispose de réseaux routiers et autoroutiers bien développés (17000km de nationales et d'autoroutes), d'un maillage ferroviaire de 1 360 km, de sept gares principales, de quatre aéroports principaux dont quatre aéroports principaux dont deux des trois plus gros aéroports de province (Marseille-Provence et Nice Côte d'Azur) et trois ports maritimes de commerce, auxquels s'ajoute un réseau fluvial important dans la vallée du Rhône. C'est dans les zones les plus peuplées que l'on trouve la plus forte densité d'infrastructures, alors que les territoires de montagne disposent de dessertes nettement plus limitées, en particulier pour les modes non routiers.

1.1.2 UNE PART IMPORTANTE DES CONSOMMATIONS D'ENERGIE ET DES EMISSIONS DE GES ET DE POLLUANTS

Les transports représentent le principal secteur émetteur d'oxydes d'azote (63%) et de particules PM10 et PM2,5 (respectivement 30% et 33%) en région pour l'année 2007. Il représente aussi 25% des émissions de SO2 et 29% des émissions de monoxyde de carbone.

C'est le second secteur consommateur d'énergie, avec 3,8 Mtep en 2007, soit 27% des consommations finales régionales. Les émissions de GES s'élèvent à **11,6 Millions de tep CO₂**, soit **29% des émissions de GES d'origine énergétique**.

Près de 99% des consommations d'énergie liées au transport sont engendrées par le secteur routier, qui est donc un enjeu essentiel. L'identification des différents types, modes et motifs de déplacement sur le territoire permettra de définir et de mettre en place des mesures permettant



d'atteindre les objectifs fixés en matière de baisse des consommations énergétiques et d'émission de polluants atmosphériques.

Les différents types de transport responsables des consommations d'énergie sont représentés ci-dessous. Les déplacements liés à la mobilité quotidienne des habitants y contribuent à hauteur de 46%, puis le transport de marchandises 41% et enfin le tourisme intra et extrarégional 13%. Le tourisme représente donc une part importante des déplacements.

Répartition des consommations énergétiques par moyen de transport (hors aérien et maritime)

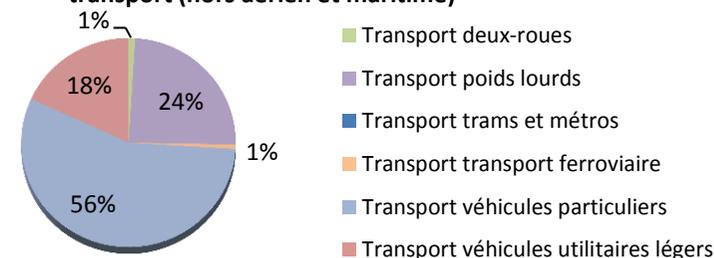


Figure 1: Répartition des consommations énergétiques par moyen de transport (hors aérien et maritime), source : ARTELIA d'après EnergAir 2007.

Répartition des consommations énergétiques par type de déplacement (hors aérien et maritime)

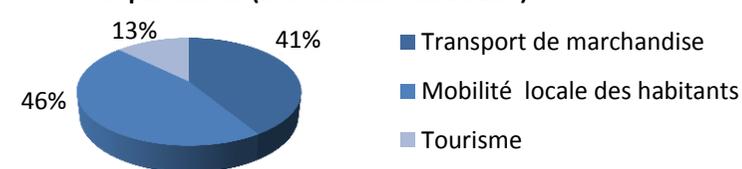


Figure 2: Répartition des consommations énergétiques (en tep) par type de déplacement (hors aérien et maritime) (Source : ARTELIA)

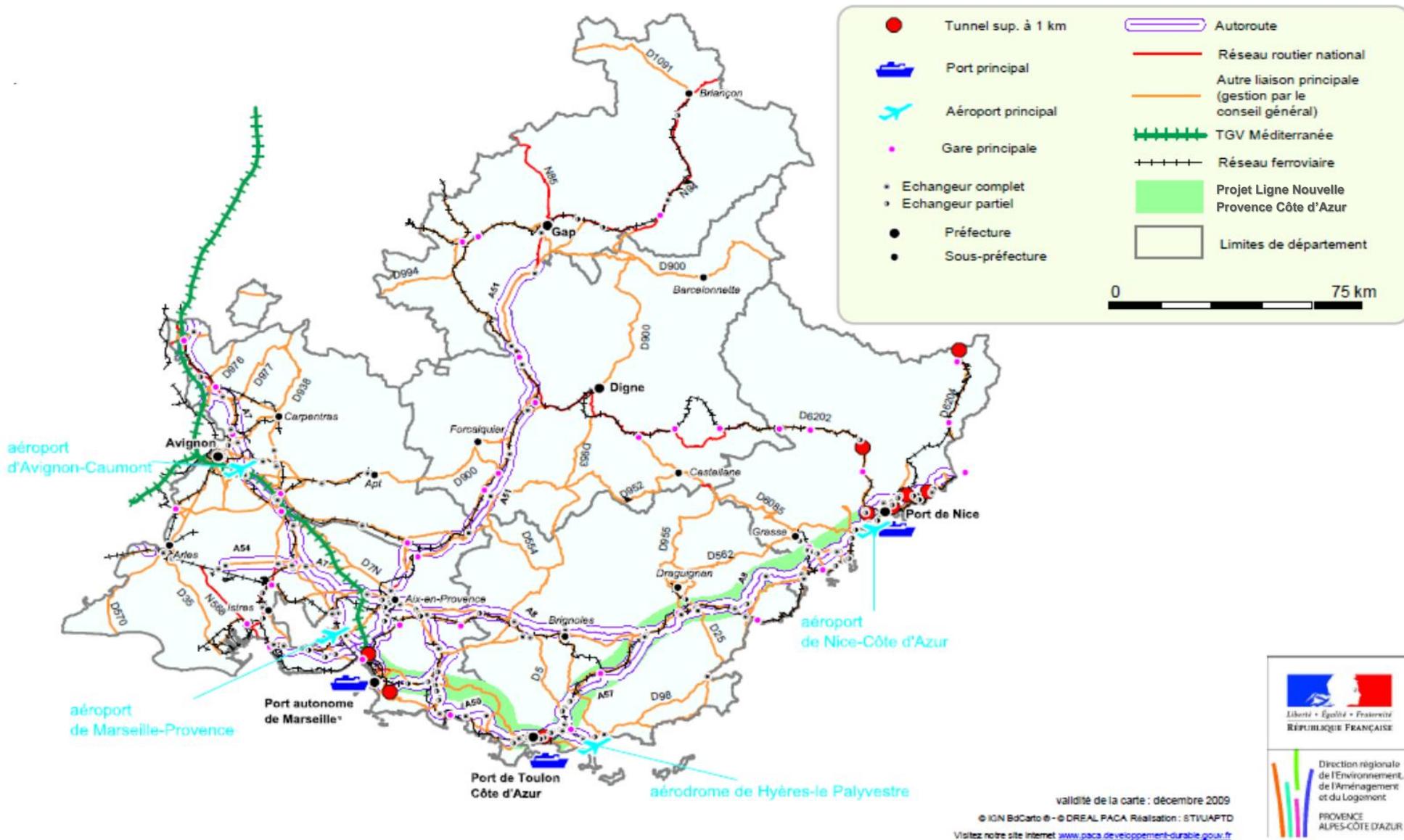


Figure 3 : Les infrastructures de transport en Provence-Alpes-Côte d'Azur, (Source : DREAL)

1.2 TRANSPORT DE VOYAGEURS

1.2.1 CARACTERISTIQUES REGIONALES

► La mobilité des habitants

La mobilité quotidienne locale

La mobilité quotidienne locale désigne les déplacements effectués un jour de semaine, dans un rayon de 80 km autour du domicile. Elle inclut les déplacements réguliers (domicile-travail, lieu d'étude) et les déplacements liés à des activités diverses (courses, achats, affaires personnelles ou professionnelles et secondaires, non liées au domicile).

Elle est évaluée à travers les Enquêtes Ménages Déplacements (EMD).

La mobilité locale, qui contribue à près de la moitié des consommations d'énergie du secteur des transports, est un enjeu important, d'autant que des actions ou mesures influant sur ces déplacements dits « réguliers », peuvent avoir un effet réellement durable.

Une étude de l'Insee concernant les déplacements domicile-travail place la région Provence-Alpes-Côte d'Azur seulement au 15^e rang des régions françaises sur le critère d'efficacité carbone des actifs et étudiants pour se rendre sur le lieu d'activité¹ (129 g de CO₂/km), alors que le caractère urbain du territoire devrait favoriser la marche, le vélo et l'utilisation des transports en commun.

Les caractéristiques de ces déplacements quotidiens, présentées ci-dessous, sont issues des enquêtes ménages déplacement des trois départements de la zone littorale (représentant près de 80% de la population totale) effectuées entre 2006 et 2009.

► Données générales

En 2009, un habitant du littoral effectue en moyenne 3,5 déplacements par jour et parcourt un peu plus de 28 km. Même si elle est inférieure à la part nationale, cette distance moyenne parcourue apparaît élevée compte tenu

¹ Émission CO₂ des trajets domicile-travail : des marges de progrès importantes. INSEE Provence-Alpes-Côte d'Azur.2011

de la proportion importante d'habitants vivant en zones urbaines, supérieure à la moyenne nationale en Provence-Alpes-Côte-D'azur. Le mode de transport utilisé est principalement la voiture. Les transports en commun et le vélo apparaissent peu utilisés, même en ville.



Parts modales des transports en Provence-Alpes-Côte d'Azur et en France (mobilité quotidienne locale)

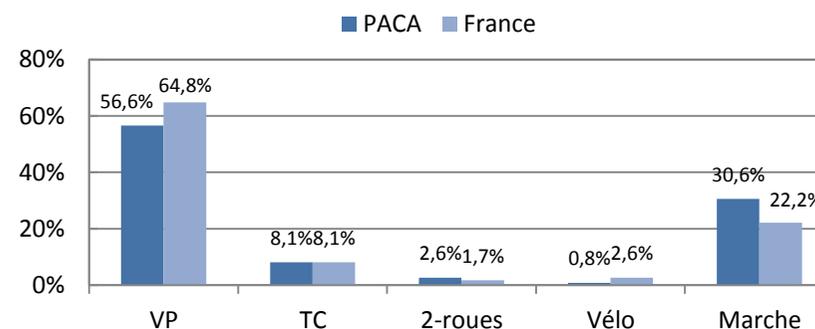


Figure 4 : Parts modales des transports en Provence-Alpes-Côte d'Azur et en France (Source : ARTELIA d'après EMD et ENT2008)

► Distances et modes de transport selon les zones d'habitations

Si le nombre de déplacements par personne varie peu selon la typologie urbaine du lieu de résidence, de fortes disparités sont en revanche constatées sur les modes de transport utilisés et les distances parcourues.

En effet, l'offre de transport, la proximité des services, le lieu d'emploi ou d'étude, sont autant de facteurs qui varient selon le type d'urbanisation, influençant fortement les déplacements quotidiens.



Pôles urbains et aires urbaines

D'après la définition de l'INSEE, le pôle urbain est une unité urbaine offrant au moins 10 000 emplois et qui n'est pas située dans la couronne d'un autre pôle urbain. On distingue également des moyens pôles - unités urbaines de 5 000 à 10 000 emplois et les petits pôles - unités urbaines de 1 500 à moins de 5 000 emplois.

Une aire urbaine ou « grande aire urbaine » est un ensemble de communes, d'un seul tenant et sans enclave, constitué par un pôle urbain (unité urbaine) de plus de 10 000 emplois, et par des communes rurales ou unités urbaines (couronne périurbaine) dont au moins 40% de la population résidente ayant un emploi travaille dans le pôle ou dans des communes attirées par celui-ci.

Le zonage en aires urbaines 2010 distingue également :

- les « moyennes aires », ensemble de communes, d'un seul tenant et sans enclave, constitué par un pôle (unité urbaine) de 5 000 à 10 000 emplois, et par des communes rurales ou unités urbaines dont au moins 40% de la population résidente ayant un emploi travaille dans le pôle ou dans des communes attirées par celui-ci.
- les « petites aires », ensemble de communes, d'un seul tenant et sans enclave, constitué par un pôle (unité urbaine) de 1 500 à 5 000 emplois, et par des communes rurales ou unités urbaines dont au moins 40% de la population résidente ayant un emploi travaille dans le pôle ou dans des communes attirées par celui-ci.

En Provence-Alpes-Côte d'Azur, en 2008, près de 88% de la population vit dans une grande aire urbaine². Comme le montre la cartographie ci-dessous, la zone littorale est essentiellement constituée de zones urbanisées.

² Recensement de la population. Insee. 2008

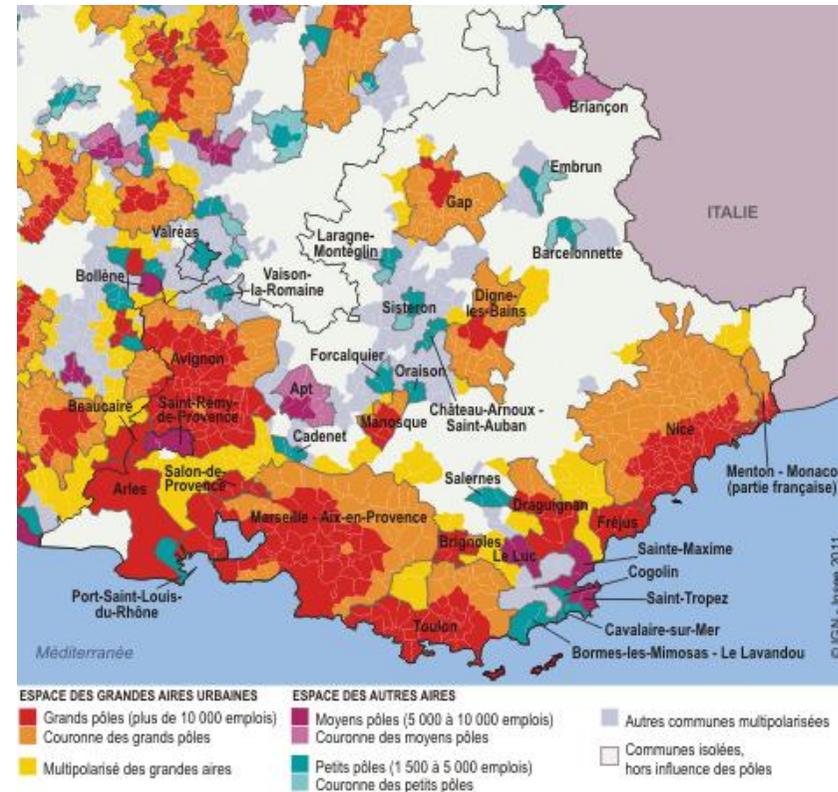
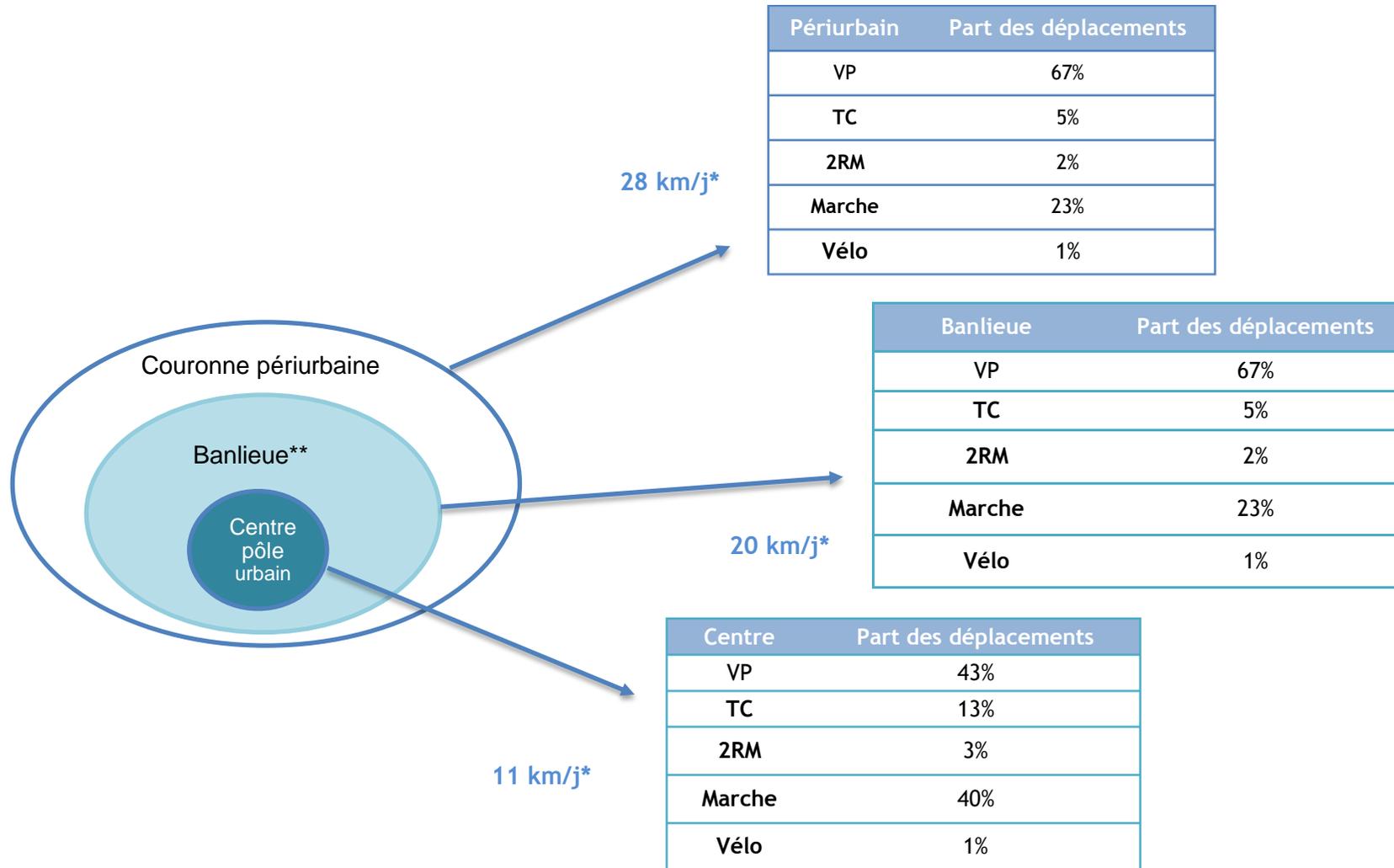


Figure 5 : Zoom sur la région Provence-Alpes-Côte d'Azur. Zonage en aires urbaines 2010, recensement de la population 2008

Le schéma ci-dessous présente, pour les différentes zones urbaines constituant le littoral étudiées dans les EMD, la distance parcourue en véhicule particulier et la part modale des moyens de transport associée.

On peut ainsi constater que plus les communes sont éloignées du centre urbain, plus les habitants effectuent de kilomètres et moins les transports en commun ou les modes doux sont utilisés. L'étalement urbain, qui constitue une tendance de fond en Provence-Alpes-Côte d'Azur, est donc un enjeu important à prendre en compte et à limiter.





* Kilométrage réalisé en véhicule particulier

** Un pôle urbain est constitué selon l'INSEE d'un « centre pôle » et de sa banlieue

Figure 6: Aire urbaine, part modale et distance parcourue en véhicule particulier en Provence-Alpes-Côte d'Azur
(Source : ARTELIA d'après les Enquêtes Ménages Déplacements régionales)



► Le tourisme

La région accueille plus de 34 millions de touristes intra et extrarégionaux chaque année. Les trois départements du littoral sont les plus attractifs et comptabilisent près de 70% des nuitées. La clientèle du département des Hautes-Alpes est essentiellement régionale. La fréquentation des stations de montagne en est la principale raison.

► Modes de transport utilisés

Le mode d'arrivée préféré des touristes extrarégionaux est la route (60%). Une nette baisse est cependant constatée depuis 1996 (-13%). Le report modal s'est effectué principalement grâce au TGV (+7%) et sa desserte importante dans les départements du littoral.

Pour les départements plutôt enclavés comme les Hautes-Alpes et les Alpes-de-Haute-Provence, le mode d'arrivée de la clientèle est la route pour 95% des cas.

Tableau 1: Mode d'arrivée des touristes extrarégionaux. Source : Zoom sur les chiffres clés. Comité régional de tourisme PACA.2008

	1996	2006	Évolution
Route	72%	59%	-13%
Fer	14%	22%	7%
Air	12%	15%	3%
Mer	1%	4%	3%

► Impact sur les trafics

D'après une étude réalisée en 2004³, le tourisme engendrerait une augmentation du trafic routier d'environ 25% sur le territoire.

Un impact fort est principalement observé pour :

- Les villes touristiques comme Marseille, Nice, Toulon et Cannes (entre 22 et 34%)
- Les grands bassins balnéaires varois et azuréen (68%)
- Les bassins de montagne (entre 70 et 80%)

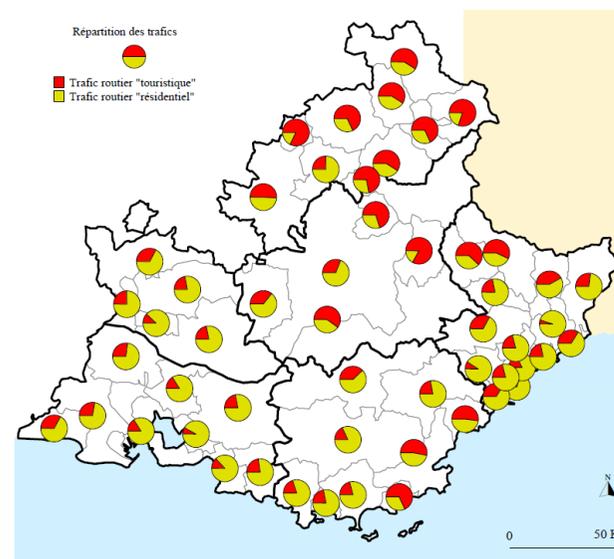


Figure 7 : Part du tourisme dans le trafic routier par bassin. Source : DREAL.2004

Pour le mode ferroviaire, principalement lié à l'utilisation du TGV, la clientèle touristique représente environ les deux tiers des voyageurs⁴.

³ Étude prospective sur les déplacements liés au tourisme en Région Provence-Alpes-Côte d'Azur. DREAL Provence-Alpes-Côte d'Azur.2004



1.2.2 DYNAMIQUE OBSERVEE ET HYPOTHESES D'EVOLUTION TENDANCIELLES

L'évolution tendancielle de la consommation énergétique des transports de voyageurs à l'horizon 2020 et 2030 est liée à plusieurs paramètres : l'augmentation de la population (selon le scénario central de projection démographique de l'INSEE), l'amélioration des performances énergétiques des véhicules et l'évolution de la mobilité des habitants observée depuis 1999.

► Population et urbanisme

De 1990 à 2006, la population des pôles urbains a augmenté de 14%, celle des communes périurbaines de 27%. Le mouvement de périurbanisation est donc toujours très marqué en Provence-Alpes-Côte d'Azur. Outre l'augmentation des kilomètres parcourus, ce phénomène a pour principales incidences la diminution de l'accès aux transports en commun et un usage plus fréquent de la voiture, qui génèrent une augmentation des consommations.

► Évolution de la consommation unitaire des moyens de transport

Les émissions unitaires des véhicules neufs diminuent grâce aux progrès technologiques. En moyenne par an, les consommations unitaires des véhicules neufs diminuent de 1%⁵. Cette évolution est le résultat de plusieurs facteurs comme par exemple le progrès technique autonome, la recherche et le développement, l'effet gamme poids puissance.

La consommation unitaire des transports en commun évolue moins rapidement car le taux de renouvellement du parc est plus long. C'est principalement l'évolution du taux de remplissage qui a un impact sur l'efficacité énergétique de ces moyens de transport.

⁴ SNCF

⁵ Les cahiers du CLIP - N°14 - Octobre 2001

► Évolution de la mobilité des habitants



Au regard des années précédentes, la mobilité et l'usage de la voiture évoluent de manière contrastée selon les départements.

En effet, depuis 1998, le nombre de déplacement par personne a baissé fortement dans les Alpes-Maritimes (-12,9%), s'est stabilisé sur l'agglomération toulonnaise (-0,6%), mais a augmenté dans les Bouches-du-Rhône (+ 6,3%)⁶.

L'usage de la voiture diminue dans les Alpes-Maritimes (-19%) et sur l'agglomération toulonnaise (-8%) au profit des transports en commun et de la marche. Cependant, il continue d'augmenter dans le département des Bouches-du-Rhône (+4%).

On constate également une poursuite de la tendance à l'augmentation de la portée des déplacements. Dans les Alpes-Maritimes par exemple, elle augmente de 6% par rapport à 1998.

► Les déplacements domicile-travail

En Provence-Alpes-Côte d'Azur, les déplacements domicile-travail concernent quotidiennement près de 2 millions d'actifs et ont occasionné l'émission de 1,1 Mt CO₂ en 2008, soit 9% des émissions de GES du secteur des transports.

Parce qu'ils s'effectuent à 75% en voiture, ces déplacements sont fortement consommateurs d'énergie et émetteurs de GES et de polluants au regard des distances parcourues. Mais ils sont aussi source d'opportunité pour créer et pérenniser des modes de transport alternatifs, si leurs usagers nombreux et réguliers optent pour de nouvelles pratiques. De plus, l'enjeu social de ces trajets est grandissant. Les coûts croissants de l'énergie risquent en effet de fragiliser les ménages les plus modestes.

⁶ Mobilités et usage des modes de transport dans les grands territoires de Provence-Alpes-Côte d'Azur, CETE Méditerranée.2010





Si l'on constate en région une augmentation de la part modale des transports en commun pour ce motif de déplacement (+2 points entre 1999 et 2008), en même temps qu'une baisse des émissions des véhicules du fait des progrès technologiques, cet effet positif est plus que compensé par l'allongement des distances (+9% au cours de la même période)⁷. Ainsi la poursuite de la périurbanisation au rythme actuel est susceptible d'annuler les efforts de réduction des émissions liés au développement des transports en commun.

$CO_2 = \text{nombre de personnes} \times \text{distance} \times \text{efficacité carbone}$

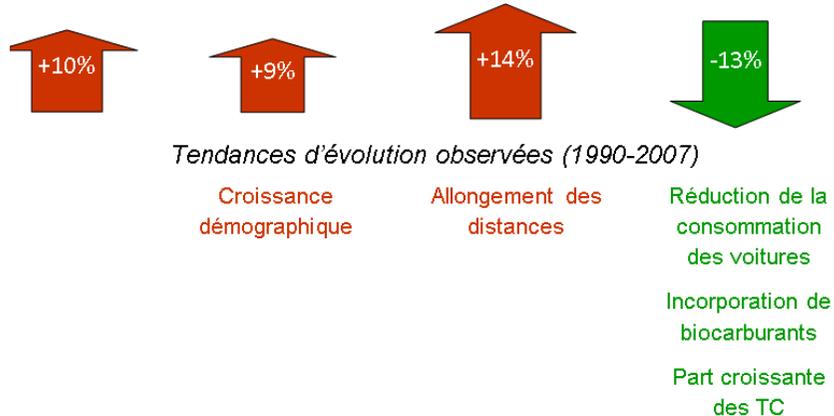


Figure 8 : Part des différents facteurs dans l'évolution des consommations d'énergie des transports entre 1990 et 2007 (Source : DREAL, d'après l'INSEE)

⁷ Source : Etude des déplacements domicile-travail, INSEE

1.2.3 POTENTIELS D'ECONOMIE D'ENERGIE

Afin d'évaluer les potentiels liés aux changements de comportements et aux mesures et actions à mettre en place localement, les hypothèses d'augmentation de la population (projection centrale INSEE) et l'amélioration de la performance des véhicules restent inchangées à l'horizon 2030.

► Report modal

► De la voiture aux transports en commun

L'hypothèse choisie afin d'évaluer le potentiel régional en 2030 est de considérer que la part modale des déplacements en transport en commun pour les grandes aires urbaines en Provence-Alpes-Côte d'Azur pourrait atteindre celle qui est aujourd'hui observée en Ile-de-France. Les déplacements en voiture sont ainsi remplacés par des déplacements en transport en commun urbain ou interurbain.

Potentiel d'évolution de la part des déplacements réalisés en transports en commun selon les types urbains

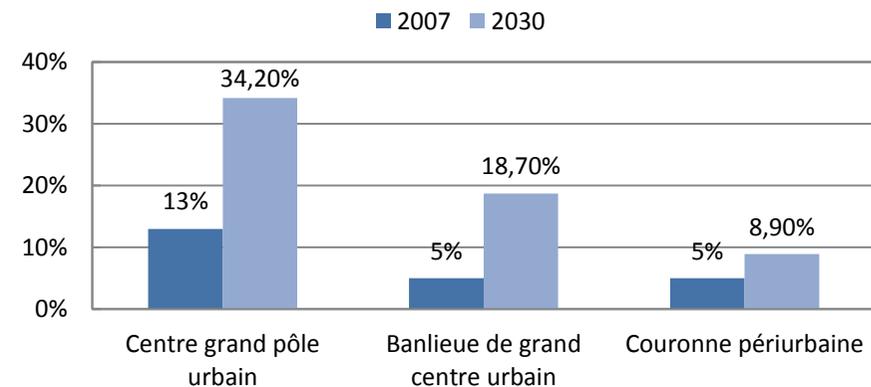


Figure 9 : Potentiel d'évolution de la part des déplacements réalisés en transports en commun selon les types urbains, source : ARTELIA d'après EMD Provence-Alpes-Côte d'Azur et ENT2008





► De la voiture aux modes doux

Le potentiel de développement des modes doux en 2030 est établi en considérant que, dans les grands centres urbains, un déplacement sur deux pourrait s'effectuer à pied ou à vélo. C'est aujourd'hui ce qui est observé par exemple pour la ville de Strasbourg⁸. En périphérie cependant, le nombre de déplacements d'une distance réalisable en modes doux est plus faible qu'en ville, le potentiel y est estimé à 30% de part modale.

Potentiel d'évolution de la part des déplacements réalisés en modes doux selon les type urbains

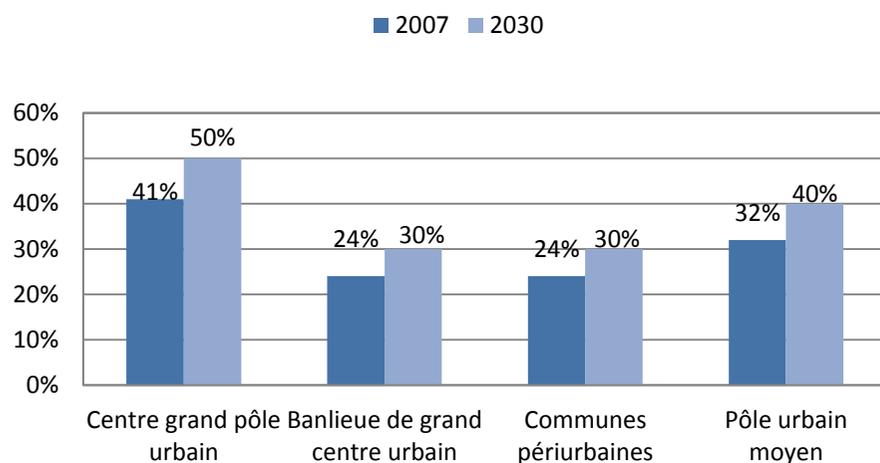


Figure 10: Potentiel d'évolution de la part des déplacements réalisés en modes doux selon les types urbains, source : ARTELIA d'après EMD Provence-Alpes-Côte d'Azur et ENT2008

⁸ EMD Bas Rhin 2009. Observatoire départemental des déplacements, 2010.

► Aménagement et urbanisme

► Densification urbaine

Les mesures de densification impliquent une augmentation de la population sur un même espace urbain. Ceci permet en partie d'augmenter l'efficacité des services collectifs, comme les transports en commun, mais aussi de favoriser les déplacements courts et de limiter l'étalement urbain.

► Mixité fonctionnelle

C'est en raison d'un manque de mixité fonctionnelle que les habitants d'espaces périurbains ont davantage tendance à se déplacer en voiture. Les services et les lieux d'emplois étant plus éloignés, les habitants utilisent des moyens mécanisés, rapides et flexibles comme la voiture. Afin d'évaluer l'impact de l'augmentation de mixité fonctionnelle notamment dans les banlieues et les espaces périurbains, les hypothèses de diminution des distances journalières pour les différents types urbains sont représentées ci-dessous. En zone urbaine, c'est principalement une diminution des déplacements domiciles-affaires (loisirs, achats) qui contribue à la diminution des distances.

Potentiel d'évolution du kilométrage effectué quotidiennement selon les types urbains

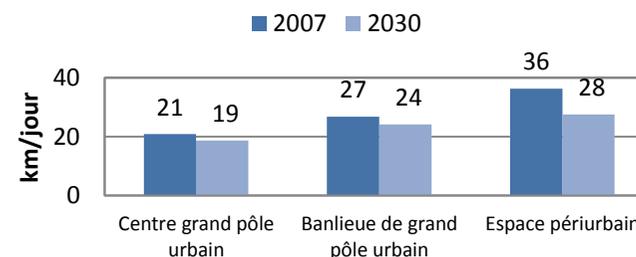


Figure 11: Potentiel d'évolution du kilométrage effectué quotidiennement selon les types urbains, source : ARTELIA



► Évolution des comportements et évolution des consommations des véhicules particuliers

Si les évolutions technologiques dépendent peu des actions à entreprendre localement, de nouvelles pratiques peuvent avoir un impact sur les consommations des véhicules.

Si deux personnes pratiquent le covoiturage, la consommation d'énergie nécessaire au déplacement est réduite de moitié. Pour les déplacements domicile-travail et pour les déplacements où la desserte en transport en commun est faible, son développement peut donc avoir un impact conséquent sur la consommation énergétique totale.

Aujourd'hui, le taux de remplissage des véhicules est de 1,29 en mobilité quotidienne locale. L'hypothèse du potentiel se base sur une évolution du taux de remplissage à 1,35. Ce ratio correspond à une moyenne sur l'ensemble des déplacements en mobilité quotidienne locale. Or, le covoiturage ne peut se développer significativement que sur certains types de trajets (domicile-travail essentiellement, représentant 20% des déplacements quotidiens)

L'éco-conduite permet de diminuer la consommation unitaire du véhicule particulier grâce à une conduite douce, limitant les accélérations et réduisant la vitesse. D'après l'ADEME, la pratique de l'éco-conduite permettrait de diminuer les consommations unitaires de 10 à 15%. De plus, une bonne gestion de trafic peut permettre de réguler la circulation, éviter ainsi les pics de pollution et diminuer la consommation énergétique des véhicules. Le potentiel calculé se base sur le fait que sur 70% des

déplacements en véhicules particuliers, les conducteurs pratiquent une conduite douce.

L'intégration de biocarburants, aujourd'hui d'environ 5% s'élèverait à 10% d'après les objectifs du Grenelle en 2020. L'hypothèse retenue pour le calcul du potentiel à 2030 est donc, pour la région, de doubler la part de biocarburants.

Concernant les véhicules électriques, le potentiel se base sur l'hypothèse d'une part de 8% du parc en véhicules électriques, essentiellement pour des parcours urbains, permettant ainsi de diminuer les émissions de polluants en ville.

Il faudra néanmoins être prudent sur l'origine de l'électricité et les problématiques liées au chargement des batteries, selon le contexte électrique local.

► Synthèse des leviers d'économie d'énergie pour le transport de personnes

Le potentiel total de diminution de la consommation énergétique s'élève à 52% dans le secteur du transport de voyageurs par rapport à l'évolution tendancielle projetée. Cela correspond à une diminution de 30% des consommations de l'ensemble du secteur des transports (voyageurs + marchandises).

La contribution de chaque levier est présentée dans le graphique ci-après.





Potentiel total de diminution de la consommation d'énergie finale et contribution des différents éléments à l'horizon 2030

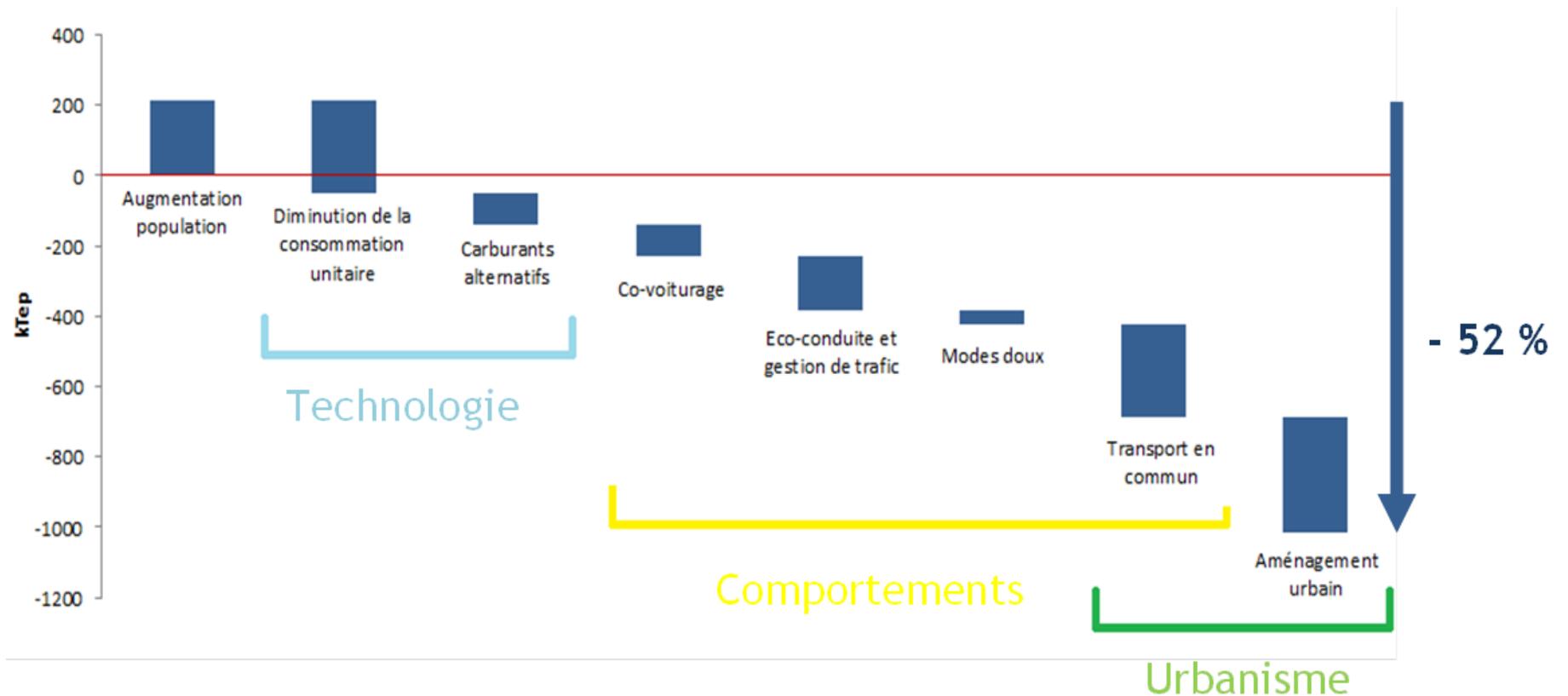


Figure 12 : Potentiel de diminution de la consommation d'énergie finale et contribution des différents éléments à l'horizon 2030 (Source : ARTELIA)

L'impact important de l'augmentation de l'utilisation des transports en commun et de l'aménagement de l'espace urbain traduit bien le caractère très urbanisé de la région et le potentiel important lié à cette spécificité.



1.2.4 LES ENJEUX DU TRANSPORT DE PERSONNES

L'usage du véhicule particulier et son impact sur la consommation d'énergie, les émissions de gaz à effet de serre et la qualité de l'air est un enjeu essentiel. L'augmentation de l'efficacité technologique ne suffit pas, compte-tenu de l'augmentation de la population, à faire diminuer les consommations et émissions totales de manière significative. Ainsi, des actions, des mesures doivent être mises en place afin de faire évoluer les **comportements**. Se tourner vers des choix de mobilité plus respectueux de l'environnement est devenu indispensable.

Les enjeux sous-jacents et illustrés par l'analyse des potentiels sont donc les suivants :

- **Favoriser le report modal vers les moyens de transport les moins énergivores** afin de réduire la vulnérabilité à l'augmentation du prix du pétrole, améliorer la qualité de l'air en ville et l'attractivité régionale.
- **Agir sur la forme urbaine** pour limiter le besoin de transport carboné sans limiter la mobilité intra et inter-régionale afin d'améliorer la qualité de vie en ville et limiter l'étalement urbain ;
- **Améliorer l'efficacité énergétique des transports**, afin de limiter les émissions de gaz à effet de serre et de polluants principalement en zones urbaines ;
- **Favoriser la diminution des consommations des véhicules particuliers** en se tournant vers des comportements plus respectueux de l'environnement (Co-voiturage, vitesse, éco-conduite) et des véhicules plus économes en carburant.
- **Favoriser l'utilisation des transports collectifs pour les déplacements touristiques** afin de limiter la congestion des villes.

1.3 TRANSPORT DE MARCHANDISES

1.3.1 CARACTERISTIQUES REGIONALES

► Infrastructures et axes de transport

Le transport de marchandises en Provence-Alpes-Côte d'Azur s'effectue sur deux axes principaux et un axe secondaire ⁹ :

Un axe Nord-Sud, Marseille / Arles - Avignon / Vallée du Rhône comportant plusieurs infrastructures routières (A7, N7), une infrastructure ferroviaire dédiée (rive droite du Rhône) et une voie navigable ;

Un axe Est-Ouest, Avignon / Toulon / Côte d'Azur / Vintimille comportant plusieurs infrastructures routières (A8, N8) et une infrastructure ferroviaire mais majoritairement orientée vers le transport de voyageurs ;

Un axe diagonal, Marseille - Aix - Avignon / Gap / Briançon / Montgenèvre : cet axe comporte essentiellement une infrastructure routière (A51 prolongée par la RN 94).

► Flux liés à l'activité de la région

Les valeurs de tonnages sont fournies par la base Sitram 2006, cette base de données ne prenant pas en compte, pour le transport routier, les marchandises transportées par les véhicules utilitaires légers.

En région Provence-Alpes-Côte d'Azur, sur la totalité des marchandises circulant sur le territoire (hors transit et maritime), **68%** sont transportées sur le territoire régional (flux internes), **30%** sont échangées avec les autres régions (flux nationaux) et seulement 2% avec les autres pays (flux internationaux). Sont comptabilisés tous les flux ayant une rupture de charge dans la région : ainsi, une marchandise transportée par la route de Paris à Marseille, déchargée dans le port et rechargée sur bateau pour être

⁹ *Étude fret diagnostic et enjeux. Réseau ferré de France. Mission LGV PACA 2008*

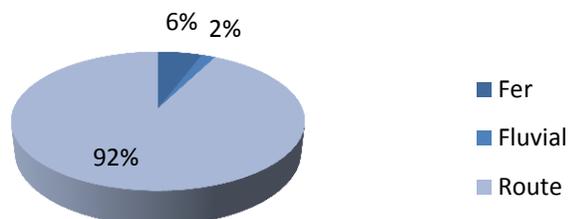


exportée vers un pays tiers, sera prise en compte en transport national et comptabilisée dans les flux entrants.

Hors transport de marchandises par voie maritime, le transport routier est largement prédominant : 92% des tonnes-kilomètres sont transportées par la route, 6% par voie ferroviaire et seulement 1,8% par voie navigable.

Concernant les flux internes, les poids lourds transportent **98%** des marchandises.

**Répartition modale du transport de marchandises
(hors VUL et maritime)**



*Figure 13: Répartition modale du transport de marchandises.
Source : ARTELIA*

► Le port maritime de Marseille

Le Grand Port Maritime de Marseille (GPMM), troisième port européen, dispose d'importants terminaux, notamment pour le transport d'hydrocarbures et de marchandises. Il concentre la presque totalité du volume de transport maritime de marchandises régional (100 millions de tonnes de marchandises en 2006). Il s'agit d'importations pour près de 80% du trafic. Il joue le rôle de porte d'entrée de produits pétroliers (plus des trois quarts des marchandises débarquées). Depuis 2006, on observe cependant une diminution du transport maritime, engendrée essentiellement par la crise (perte d'environ 20 millions de tonnes en 2009).

► Flux de transit



Estimés à 15 Mt en 2004 par une étude de la LGV Provence-Alpes-Côte d'Azur, les flux transitant sur le territoire sont principalement liés aux échanges entre l'Italie et l'Espagne d'une part (60%), l'Italie et Sud de la France d'autre part (Axe Est-Ouest). La part du rail dans ces flux est quasi nulle (0,2%).

► Bilan des consommations du transport de marchandises

**Répartition des consommations énergétiques par moyen
de transport de marchandises (hors maritime)**

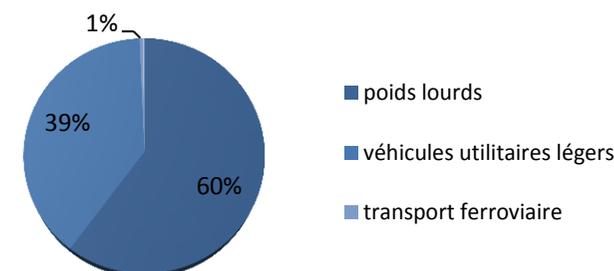


Figure 14 : Répartition des consommations énergétiques par moyen de transport de marchandises (hors maritime) (Source : ARTELIA d'après Energ'air 2007)

Les poids lourds et les véhicules utilitaires légers sont les principaux contributeurs en termes de consommation d'énergie pour le secteur du transport de marchandises. Le report modal de la route vers le ferroviaire, les voies navigables et le maritime est donc un enjeu primordial, d'autant que la capacité des voies routières ne permet plus d'augmentation du trafic de poids lourds à l'horizon 2030.



1.3.2 DYNAMIQUE OBSERVEE ET HYPOTHESES D'EVOLUTION TENDANCIELLES

Les hypothèses prises en compte pour le scénario tendanciel sont développées dans le paragraphe suivant. (Les résultats du scénario tendanciel sont présentés dans la partie « Scénarisation »).

» Évolution des flux

La croissance des flux de marchandises de la région Provence-Alpes-Côte d'Azur est évaluée à 10% à l'horizon 2025¹⁰, en tenant compte d'hypothèses d'augmentation de la population et de l'évolution du PIB de 1,4% par an.

» Projets en cours et évolution de la part modale

Plusieurs grands projets de transport logistique sur la période 2005-2020 dans les Bouches-du-Rhône ont été annoncés¹¹. Ces projets visent à améliorer la desserte des marchandises et faciliter les liaisons multimodales, développer la logistique portuaire à Fos et à Arles et étendre les zones logistiques.

1.3.3 POTENTIELS D'ECONOMIE D'ENERGIE

» Report modal

Afin de diminuer les consommations et d'éviter la saturation des réseaux routiers, notamment dans la perspective de développement du trafic de conteneurs au niveau du port de Marseille, un report modal est nécessaire. L'objectif pris pour le calcul des potentiels est celui d'une augmentation de la part modale du fret ferroviaire de 15% (6% en 2006).

¹⁰ Analyse prospective des trafics de marchandise en Provence-Alpes-Côte d'Azur. DREAL PACA.2011

¹¹ Les Bouches-du-Rhône, un département logistique. Chambre du commerce et de l'industrie Marseille Provence, Octobre 2011

Le port de Marseille vise l'objectif de porter à 20% la part des marchandises acheminées en train (contre 13% aujourd'hui).

Concernant les flux de transit, le cabotage maritime pour les échanges Est-Ouest est aussi envisageable, le développement de lignes ferroviaires entre la France, l'Espagne et l'Italie étant relativement difficile à mettre en place pour des raisons de compatibilité des voies.

Le Rhône représente enfin en Provence-Alpes-Côte d'Azur une opportunité pour le **développement du transport fluvial** pouvant aussi contribuer à réduire le transport routier.

» Optimisation et efficacité énergétique des poids lourds

L'efficacité énergétique des poids lourds peut être améliorée en évitant les retours à vide, et en augmentant les taux de chargements et les capacités. L'hypothèse retenue pour calculer le potentiel d'optimisation est une diminution des consommations par tonne-kilomètre de 0,80% par an. Cette diminution a été estimée en 2001 par le CLIP dans l'ouvrage transport à l'horizon 2030.

Une intégration de 10% de biocarburant (objectif Grenelle) est aussi prise en compte pour évaluer le potentiel d'intégration d'énergie renouvelable dans le transport routier de marchandises.

» Amélioration de la logistique urbaine

L'objectif est d'optimiser la partie terminale de la chaîne de transport en rapprochant les plateformes logistiques des lieux de consommation. L'essor des véhicules utilitaires légers (VUL), dont la moitié du kilométrage s'effectue en ville¹², traduit également l'impact significatif du "dernier kilomètre" sur les consommations et émissions de polluants. L'hypothèse retenue pour calculer le potentiel se base sur une part de véhicules utilitaires légers électriques de 8%, servant essentiellement à l'approvisionnement des villes.

¹² Enquête VUL.SOES.2005



► Synthèse des leviers d'économie d'énergie pour le transport de marchandises

La contribution des différentes actions à la diminution potentielle des consommations d'énergie est présentée ci-dessous, permettant une diminution totale des consommations du secteur du transport de marchandises de 20% par rapport à la projection tendancielle.

Potentiel total de diminution de la consommation d'énergie finale du transport de marchandises et contribution des différents éléments à l'horizon 2030

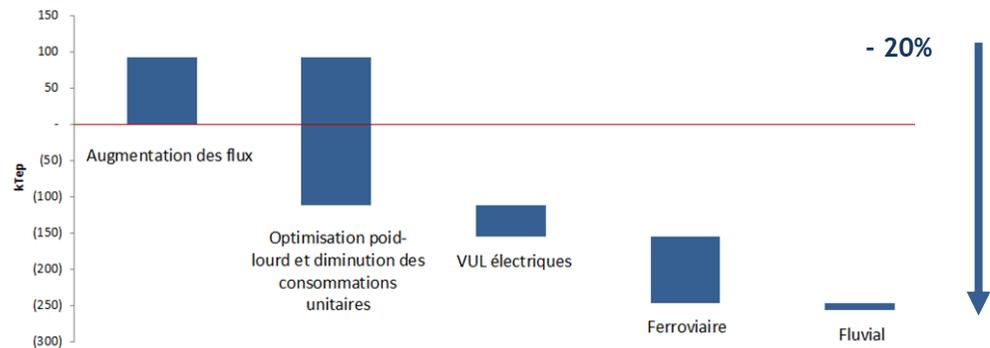


Figure 15 : Potentiel total de diminution de la consommation d'énergie finale du transport de marchandises et contribution des différents éléments à l'horizon 2030

1.3.4 LES ENJEUX DU TRANSPORT DE MARCHANDISES



Les enjeux essentiels liés au transport de marchandise sont donc les suivants :

- **Favoriser le report modal ferroviaire et fluvial** afin de diminuer le transport routier de marchandises et **limiter l'impact** des véhicules en termes d'énergie, d'émissions de gaz à effet de serre et de polluants.
- **Améliorer la desserte des grandes agglomérations, la logistique urbaine** et **diminuer l'impact** du transport urbain de marchandises en termes d'énergie, d'émissions de gaz à effet de serre et de polluants.



2 BATIMENTS

Précisions méthodologiques

Dans le cadre du SRCAE, la Cellule Economique Régionale de la Construction (CERC PACA) a fait réaliser par le bureau d'étude Energies Demain une estimation du potentiel d'économie d'énergie des bâtiments existants en région, et une évaluation de scénarios d'évolution des consommations des bâtiments aux horizons 2020 et 2050.

A l'horizon 2020, un scénario tendanciel a été calculé, ainsi que deux scénarios « -38% » - le second mettant davantage l'accent sur les économies dans le résidentiel par rapport aux bâtiments tertiaires.

Concernant le bilan des consommations, le choix a été fait de se baser sur les données d'Energ'air, dans un souci de cohérence des sources utilisées entre l'ensemble des secteurs.

Les potentiels d'économie d'énergie calculés dans le cadre du SRCAE sont basés sur les résultats de l'étude d'Energies Demain, appliqués au bilan de consommation Energ'air.

Les scénarios d'évolution du parc de bâtiments à l'horizon 2050 sont également basés sur les scénarios modélisés dans cette étude.

► Points clés

Les bâtiments représentent environ **31% des consommations d'énergie finale** régionales en 2007, soit 4,3 Mtep (50 TWh), et **17% des émissions de GES** liés à la consommation finale d'énergie, soit **7 millions de teq CO₂**.¹³

Les consommations d'énergie finale sont estimées dans la base de données Energ'air à 2,9 Mtep (34 TWh) pour le résidentiel, et 1,4 Mtep (16 TWh) pour le tertiaire.

¹³Energ'air

L'impact sur la qualité de l'air des émissions de polluants du secteur résidentiel est principalement associé aux problématiques de chauffage (émissions de particules liées à la combustion, et notamment à l'utilisation du bois dans des foyers ouverts). Cet impact est particulièrement sensible dans les zones urbaines. **Le secteur résidentiel tertiaire représente ainsi 20% des émissions de PM10, 28% des émissions de PM2.5, et 15% des émissions de monoxyde de carbone.**

Consommations d'énergie finale des bâtiments par énergie en 2007

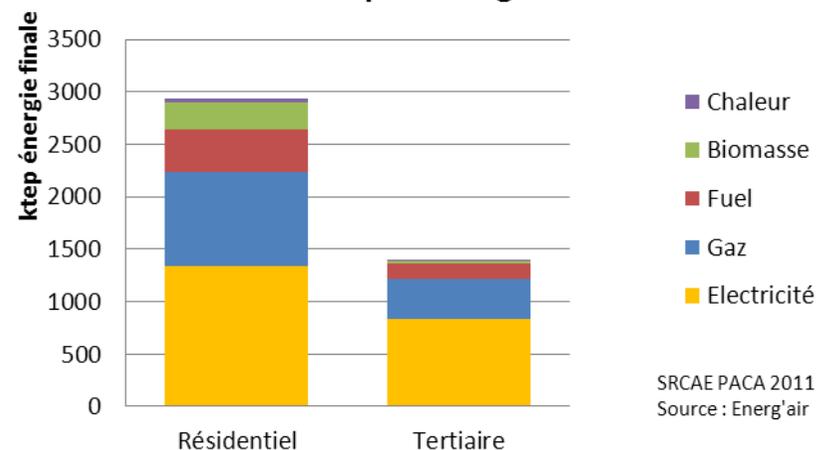


Figure 16 : Consommations d'énergie finale des bâtiments par énergie

(Source : Energ'air 2007)





Les principales spécificités régionales du secteur résidentiel-tertiaire sont les suivantes :

- Prédominance des consommations liées au chauffage : près de 60% pour le parc résidentiel (mais une part moindre qu'au niveau national en raison du climat : 71%), et 40% pour le parc tertiaire
- Une surreprésentation du **chauffage électrique** (44% des logements)
- Des **pics de consommation électrique en hiver en constante augmentation**
- Un **développement de la climatisation** et un accroissement des pics de consommation en été
- Des bâtiments concentrés principalement sur la bande littorale

Les consommations par usage représentées ci-contre mettent en évidence la part importante de l'électricité spécifique (équipements électriques et électroniques) dans les consommations finales régionales.

Consommations d'énergie finale des bâtiments par usage en 2007

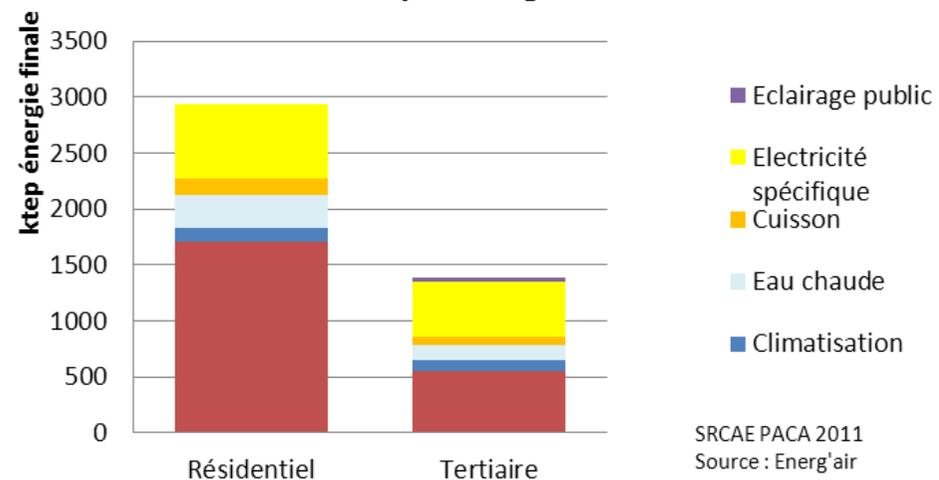


Figure 17 : Consommations d'énergie finale des bâtiments par usage
(Source : Energ'air 2007)



2.1 BATIMENTS RESIDENTIELS

2.1.1 BILAN REGIONAL

► Structure du parc résidentiel

Le parc résidentiel régional comptait en 2006 **2,7 millions de logements**, dont 2,1 millions de résidences principales.

Tableau 2 : Structure du parc résidentiel 2006 en Provence Alpes Côte d'Azur, en milliers de logements (Source : Energies Demain d'après l'INSEE)

Milliers de logements	Maisons	Appartements	Total	%	% France
Résidences principales	884	1 175	2 059	76,70%	84%
Dont :					
Propriétaires occupants	708	418	1 126	54,70%	58%
Locataires (privé)	160	532	692	33,60%	27%
HLM	16	225	241	11,70%	15%
Résidences secondaires	165	274	439	16,40%	9%
Logements occasionnels	5	15	21	0,80%	1%
Logements vacants	50	115	165	6,20%	6%
Total	1 104	1 580	2 684	100,00%	100%
Part du parc%)	41,10%	58,90%	100%		
Part moyenne en France %)	57%	43%	100%		

- Des **propriétaires occupants moins nombreux** en comparaison avec la moyenne nationale (55% contre 58%)
- Une **part élevée de logements collectifs** : 59% contre 43% en France

Les logements collectifs sont fortement présents dans les départements littoraux (Bouches-du-Rhône, Alpes-Maritimes, et Var dans une moindre mesure), ce qui est à relier à la présence dans ces départements, des

principales agglomérations de la région : Marseille - Aix-en-Provence, Nice et Toulon. Les départements moins urbanisés tels que les Alpes-de-Haute-Provence et le Vaucluse présentent une plus forte proportion de maisons individuelles.

- Les **2/3 des propriétaires occupent des maisons individuelles**
- Une **part élevée de résidences secondaires** : 16,5% pour 9% en moyenne nationale, avec une présence des résidences secondaires plus marquée dans les départements montagneux des Hautes-Alpes (45% du parc) et des Alpes-de-Haute-Provence (33%), ainsi que les départements littoraux du Var (25%) et des Alpes-Maritimes (22%). Si les Hautes-Alpes et les Alpes-de-Haute-Provence possèdent une forte proportion de résidences secondaires, ces départements ne représentent que 8% du parc de logements. On notera la très faible part de résidences secondaires dans les Bouches-du-Rhône, département représentant à lui seul un tiers des logements de la région mais seulement 6% de ses résidences secondaires.

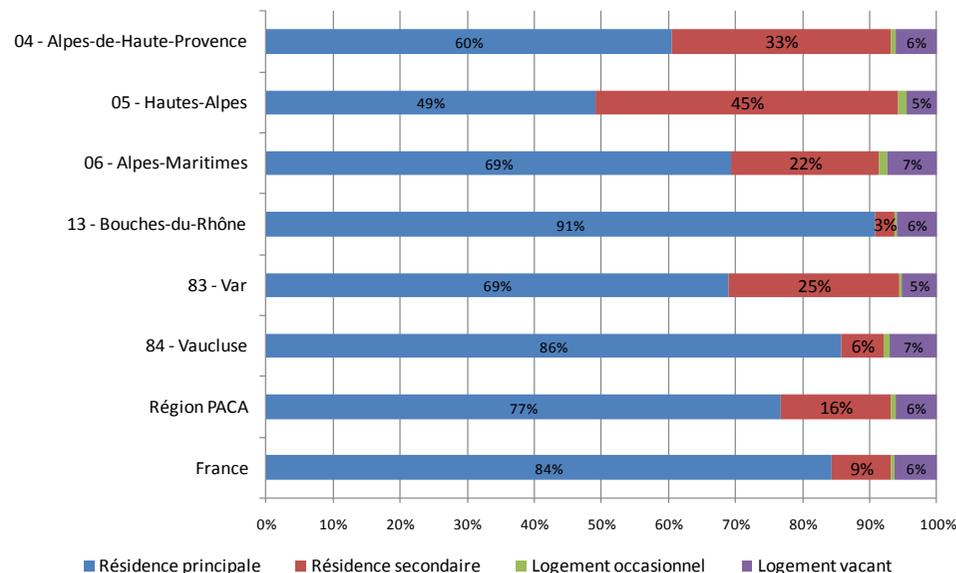


Figure 18 : Répartition des résidences secondaires 2006 par département (Source : Energies Demain)





• **Un parc ancien, qui se renouvelle lentement**

Les logements construits avant 1975 représentent 58% du parc, une part comparable à la moyenne française (61%). La répartition du parc par période de construction détaillée est également similaire à la répartition moyenne en France. La période de construction « massive » des trente Glorieuses (périodes 1949-1967 et 1967-1974) est relativement plus marquée (34% des logements contre 28% en moyenne en France), ce qui est à relier à la présence de grandes agglomérations.

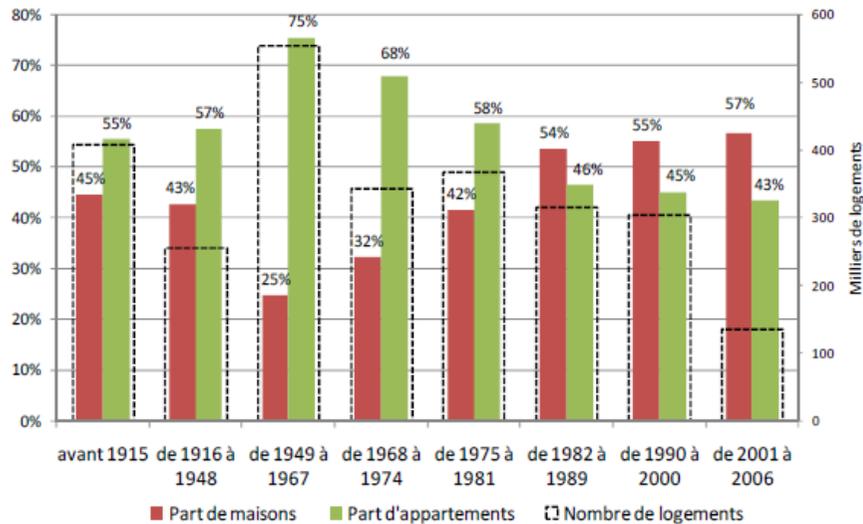


Figure 19 : Structure du parc résidentiel en 2006 par année de construction (Source : Energies Demain)

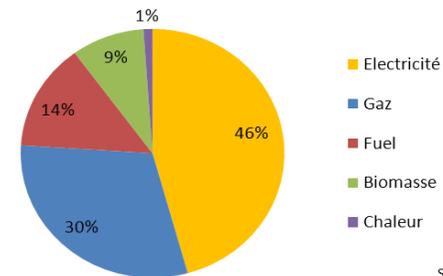
À l'image de la structure nationale du parc résidentiel, les logements collectifs sont largement majoritaires dans les constructions - a fortiori pendant la période d'après-guerre où ils représentent jusqu'à trois-quarts des logements construits - jusqu'aux années 1980, période à partir de laquelle on voit la tendance s'inverser. La majorité des logements sociaux date d'après 1945, une grande partie ayant été construite entre 1949 et

1975 et participant à la part importante de logements collectifs construits durant cette période.

Les résidences secondaires ainsi que les logements occupés par leur propriétaire sont plutôt récents en comparaison du parc locatif privé, qui représente 37% des logements construits avant 1949.

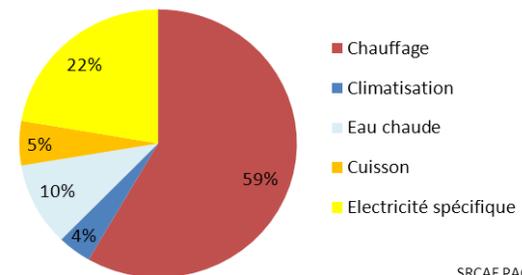
► **Consommations du parc résidentiel**

Répartition des consommations des bâtiments résidentiels par énergie en 2007



SRCAE PACA 2011
Source : Energ'air

Répartition des consommations des bâtiments résidentiels par usage en 2007



SRCAE PACA 2011
Source : Energ'air

Figure 20 : Répartition des consommations d'énergie finale du parc résidentiel par usage et par énergie en 2007 (Source : Energ'air)



- L'**électricité** est la première source d'énergie utilisée avec **46% des consommations**

La région se caractérise par une surreprésentation de l'électricité comme énergie principale de chauffage : 44% contre 31% en moyenne en France. La forte utilisation de l'électricité comme moyen de chauffage s'explique notamment par la facilité et le faible coût d'installation du chauffage électrique, qui a tendance à être plus utilisé dans une région au climat plus clément et nécessitant donc moins d'énergie pour le chauffage. Cet écart est d'autant plus marqué pour les résidences secondaires, où la part de l'électricité atteint 58% des logements.

Au sein des résidences principales, si la part de l'électricité varie peu en fonction du type de logement, on observe un report du fioul et du bois (énergies totalisant 38% des maisons individuelles) vers le gaz en logement collectif ; la part du gaz passant de 17% à 38%. La période de construction d'une grande partie des logements collectifs, de 1949 à 1974, correspond en effet à une utilisation plus importante du chauffage au gaz, en système collectif pour moitié.

- La consommation liée à la **climatisation** est estimée à 4% des consommations.
- Le **chauffage** représente environ **60% des consommations** contre 71% en France. Cette part moindre du chauffage s'explique par un climat plus clément dans les zones les plus peuplées (littoral).
- L'**électricité spécifique** (éclairage, électro-ménager, équipements électriques et électroniques...) représente **22% des consommations**.

La répartition des consommations par catégorie de logements est à l'image de la structure du parc de logements : **la part des logements collectifs atteint presque la moitié des consommations d'énergie contre 30% en France**. Les résidences secondaires représentent 3% des consommations.

Tableau 3 : répartition des consommations 2007 d'énergie finale par type de logement et d'occupant (Source : Energies Demain)

Répartition des consommations finales		Maisons	Appartements	Part du total	Moyenne France
Résidences principales		56%	44%	96%	96%
<i>Dont :</i>	<i>Propriétaires occupants</i>	74%	26%	59%	64%
	<i>Locataires (secteur privé)</i>	35%	65%	27%	20%
	<i>HLM</i>	9%	91%	10%	12%
Résidences secondaires		56%	44%	3%	3%
Logements occasionnels		37%	63%	0,1%	0,2%
Logements vacants		46%	54%	0,5%	0,6%
Total		56%	44%	100%	100%
Répartition France (%)		moyenne en 70%		30%	

La part de logements pouvant être qualifiés d'énergivores (étiquettes E, F et G) a été estimée à 31%¹⁴. En comparaison, ces logements représentent entre 51% et 63% du parc de logements français, la performance énergétique des logements en région semble donc meilleure que la moyenne nationale. Cependant, ce constat est à nuancer car l'attribution de l'étiquette énergétique prend également en compte les conditions climatiques locales.

De plus, un certain nombre de faiblesses sont à souligner¹⁵ :

- Un sous-équipement en double-vitrage par rapport au reste de la France
- 20% des maisons individuelles ont une isolation de toit insuffisante
- 12% des logements sont climatisés, parmi eux 37% au moins ont un défaut majeur d'isolation thermique

¹⁴ Source : DGALN

¹⁵ Source : CERC PACA, d'après l'INSEE

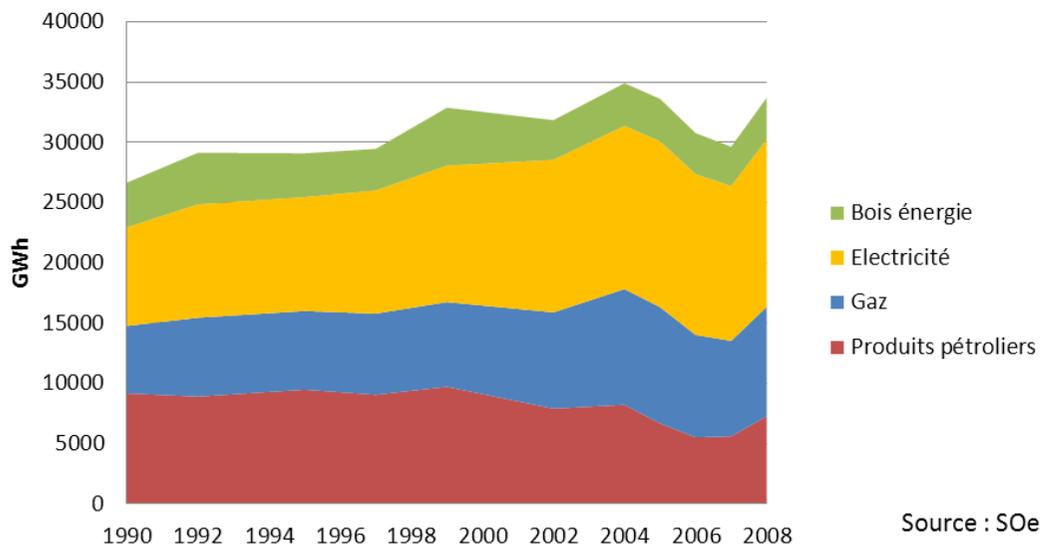




2.1.2 DYNAMIQUE D'EVOLUTION

Les évolutions passées

Evolution des consommations du résidentiel depuis 1990



Source : SOeS

Figure 21 : Évolution des consommations du secteur résidentiel depuis 1990 en climat réel (Source : SOeS)

La consommation d'électricité a fortement augmenté depuis 1990, en lien avec le développement du chauffage électrique et des usages spécifiques (équipements électriques et électroniques). Les consommations de gaz montrent également une nette tendance à la hausse (à nuancer ces dernières années), tandis que celles de fuel diminuent.

Hypothèses d'évolution du parc

L'évolution future du parc résidentiel est basée sur l'augmentation prévue de la population (scénario démographique central de l'INSEE) et de la tendance à la décohabitation (diminution du nombre de personnes par logement), dont découle le besoin de construction de nouveaux logements.

Le parc atteindrait ainsi 3 millions de logements en 2020, et 3,7 millions de logements en 2050, contre 2,7 millions de logements en 2006 : **en 2050, les logements d'avant 2006 représenteront encore 70% du parc en nombre, et 65% des surfaces.**

C'est donc un parc qui se renouvelle lentement (en moyenne 26 000 logements/an sur les 10 dernières années)

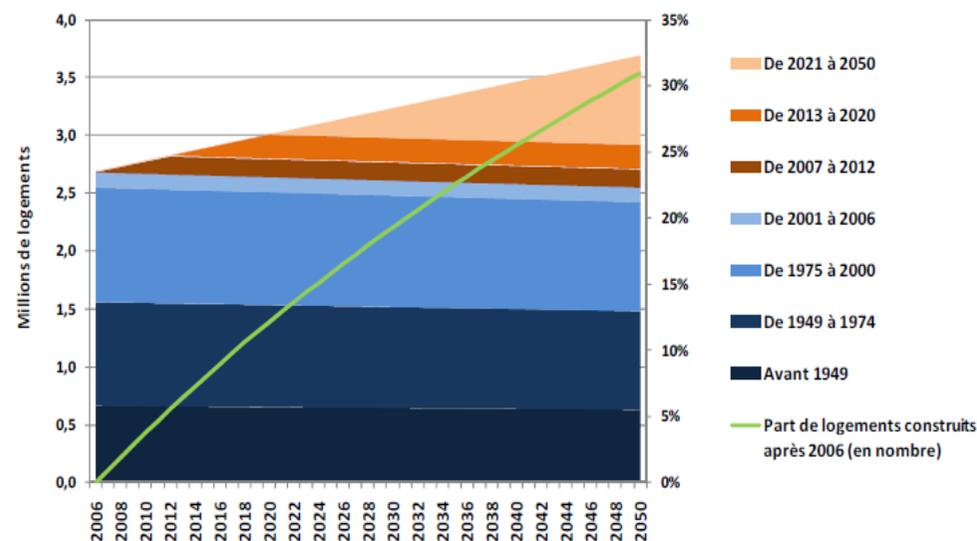


Figure 22 : évolution tendancielle du parc de logements régional à 2050 (Source : Energies Demain)



2.1.3 POTENTIELS D'ECONOMIE D'ENERGIE

Les potentiels d'économie d'énergie ont été évalués sur le parc résidentiel existant par Energies Demain selon plusieurs niveaux de rénovation :

Tableau 4 : Niveaux de rénovation mis en œuvre dans le parc résidentiel (Source : Energies Demain)

Niveaux de rénovation mis en œuvre dans le parc résidentiel
Rénovation « prudente » (Scénario 1) : Exigence de la RT « élément par élément »
Rénovation « Eco-PTZ » (intermédiaire) (Scénario 2) : Application de bouquets de travaux intermédiaires, respectant l'éligibilité au dispositif
Rénovation « volontariste » (Scénario 3) : Technologies existantes les plus performantes

Potentils d'économie d'énergie dans le parc résidentiel existant, par usage et selon les niveaux de rénovation

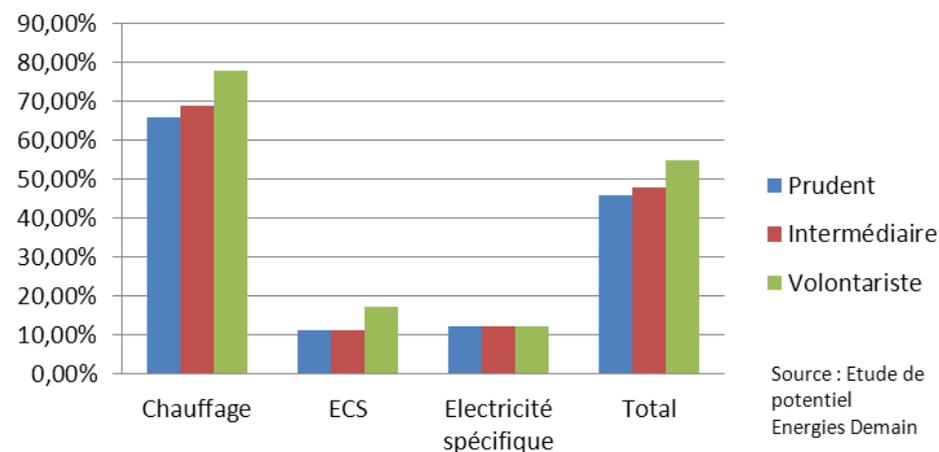


Figure 23 : Potentiels d'économie d'énergie dans le résidentiel existant selon les niveaux de rénovation (Source : Energies Demain)

La réduction des consommations de chauffage reste le levier principal au vu de la structure actuelle des consommations. L'application du bouquet de travaux volontariste à l'ensemble du parc résidentiel existant permet d'atteindre une économie d'énergie de 55%, sans tenir compte des substitutions d'énergie de chauffage et d'ECS.

Une évaluation du gisement d'économies d'énergie pour les années 2020 et 2050 est présentée ci-dessous de façon à intégrer l'effet complémentaire des substitutions d'énergie et d'actions sur les consommations spécifiques et sur le comportement qu'il est raisonnable d'attendre à ces horizons de temps.





Tableau 5 : Potentiels d'économie d'énergie par usage pour le parc résidentiel (Source : ARTELIA d'après Energies Demain)

Potentiels d'économie d'énergie par usage pour le parc résidentiel existant en 2007	2020	2050
chauffage	64%	80%
climatisation	0%	0%
cuisson	6%	10%
eau chaude	21%	52%
électricité spécifique	10%	20%

Les résultats sont présentés dans les graphiques suivants, et mettent en évidence la part prépondérante de la rénovation thermique du bâti, des systèmes de chauffage, et de la maîtrise des consommations d'électricité spécifique dans le potentiel identifié.

Le potentiel d'économie d'énergie sur l'usage climatisation est considéré comme nul : l'hypothèse est celle d'une stabilisation des consommations existantes (pas de développement supplémentaire de la climatisation électrique).

Enfin, il est important de souligner que ces potentiels tiennent compte d'une évolution des comportements de consommation d'énergie et de maintenance des systèmes. **L'impact des comportements peut ainsi atteindre 10 à 15% des consommations.**

Potentiels d'économie d'énergie du parc résidentiel à 2020

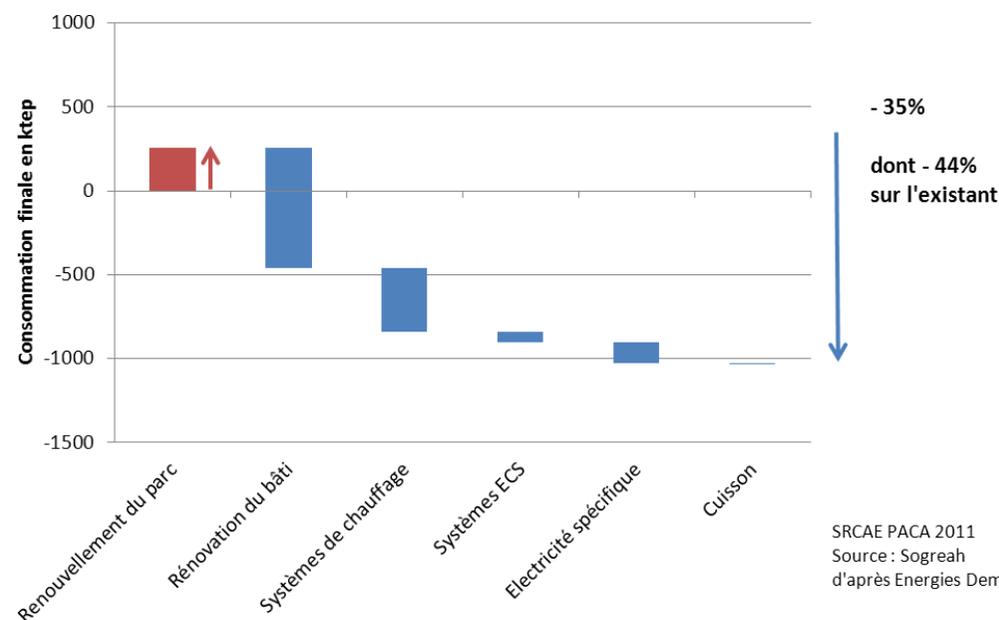


Figure 24 : Potentiels d'économie d'énergie du parc résidentiel par poste à 2020 (Source : ARTELIA d'après Energies Demain)

Le potentiel identifié à l'horizon 2020 est à la hauteur des objectifs nationaux du Grenelle à cette échéance (38% d'économie d'énergie sur les bâtiments existants). Mais pour mobiliser la totalité de ce potentiel, il faudrait un effort considérable concentré sur une courte période.



Potentiels d'économie d'énergie du parc résidentiel à 2050

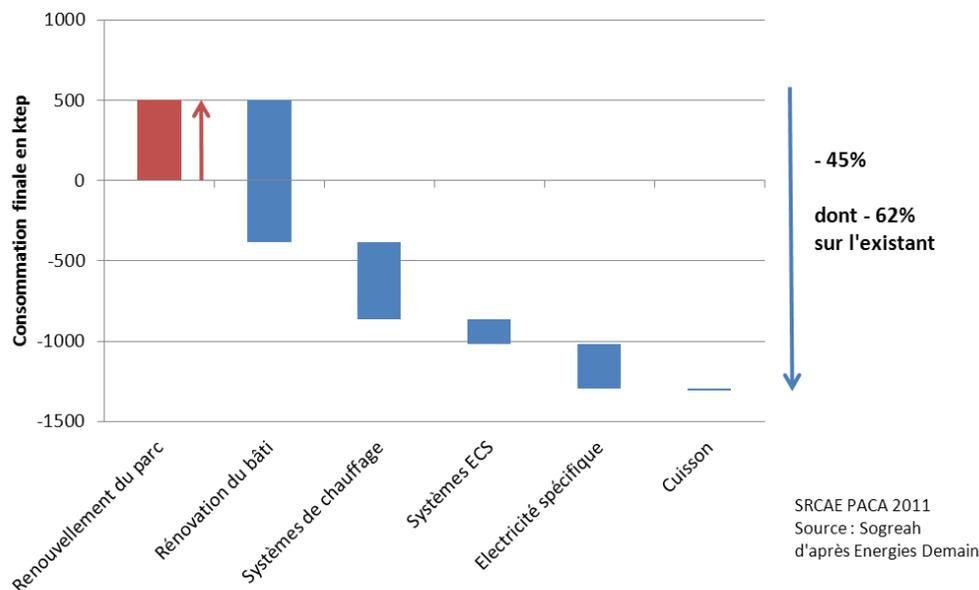


Figure 25 : Potentiels d'économie d'énergie du parc résidentiel par poste à 2050 (Source : ARTELIA d'après Energies Demain)

Rénover l'ensemble du parc existant de résidences principales selon le bouquet volontariste à l'horizon 2050, soit environ 2 millions de logements, représente **un rythme de rénovation de 50 000 logements par an** environ (résidences principales), **en considérant qu'il s'agit de rénovations complètes** (isolation de l'enveloppe, et renouvellement des systèmes).

Définition de stratégies de réhabilitation énergétique des bâtiments : éléments de réflexion et approche en coût global

Pour définir des stratégies patrimoniales ou territoriales de réhabilitation énergétique, deux grandes options de réhabilitation énergétique des bâtiments tendent aujourd'hui à s'affronter : vaut-il mieux, avec des ressources données :

- traiter chaque bâtiment avec un maximum de performance, même si les budgets disponibles ne permettent de traiter qu'un petit nombre de bâtiments ;
- traiter le plus grand nombre de bâtiments possible, mais avec un moindre gain d'efficacité énergétique à l'échelle de chaque bâtiment, en recherchant des solutions optimales pour chaque type de bâtiment et chaque bâtiment.

La première option repose sur l'idée que, lors de la réhabilitation d'un bâtiment, il est préférable d'aller jusqu'au bout des possibilités, faute de quoi, on ne fera que les options les plus rentables et certaines options ne seront jamais faites (dans la mesure où il est toujours difficile de lancer ce type d'opérations).

La seconde option propose un phasage dans le temps des travaux afin de tenir compte des ressources financières limitées des gestionnaires de patrimoine, de l'existence de certaines urgences sociales (précarité énergétique et pauvreté), des possibilités offertes par des réductions de coûts dans le futur pour certaines technologies, de l'irrationalité qu'il y aurait à changer des systèmes non amortis ou non obsolètes. Cette vision est notamment partagée par un grand nombre de bailleurs sociaux qui préfèrent partager leurs ressources entre le plus grand nombre plutôt que de se concentrer sur quelques opérations (en dehors de projets de démonstration souvent largement subventionnés).

Une réconciliation de ces deux options semble possible à travers une approche en **coût global** élargi.





Il existe en effet des bâtiments pour lesquels un niveau de performance énergétique très élevé peut être atteint dans des conditions économiques, sociales et environnementales acceptables, et d'autres pour lesquels ces conditions sont moins acceptables. Si le coût global élargi mesure ces conditions économiques, sociales et environnementales, il peut directement aider à trouver la solution la plus appropriée au contexte.

Cette approche en coût global élargi suppose une cohérence des choix des groupes d'acteurs concernés combinant :

- un souci de rationalité économique (dans un contexte d'incertitude),*
- la prise en compte des intérêts et attentes de chacun avec des éléments qualitatifs et de rapports de forces inévitables.*

Le coût global

Le coût global se définit comme une méthode d'évaluation des projets prenant en compte les effets futurs des décisions présentes¹⁶.

L'analyse en coût global est une aide à la décision importante pour les acteurs publics et privés, notamment pour fixer des objectifs stratégiques atteignables à un coût raisonnable et sans détériorer l'équité sociale.

Il s'agit donc d'une approche particulièrement intéressante pour l'élaboration des PCET des collectivités.

Des éléments méthodologiques plus complets sur l'approche en coût global, rédigés par Philippe Outrequin, directeur de La Calade (Recherche et étude en aménagement durable et stratégies énergétiques, Sophia-Antipolis), sont présentés en **Annexe 1**.

¹⁶ Voir MIQCP, *Ouvrages publics et coût global*, 2006



► Coût et rentabilité du chantier de rénovation

L'investissement nécessaire, selon les niveaux de rénovation modélisés, est compris **entre 35 et 65 milliards d'€** selon l'estimation basse. L'application du bouquet volontariste nécessiterait un investissement total compris entre **65 à 95 milliards d'€**, soit – en moyenne et à titre indicatif – **30 000€ à 45 000€ par logement** en ne considérant que les résidences principales¹⁷. La solution démolition / reconstruction, qui peut dans certains cas être plus pertinente qu'une rénovation lourde, n'a pas été prise en compte dans l'évaluation des coûts.

Le graphique ci-dessous présente les investissements nécessaires estimés selon les différents scénarios définis plus hauts.

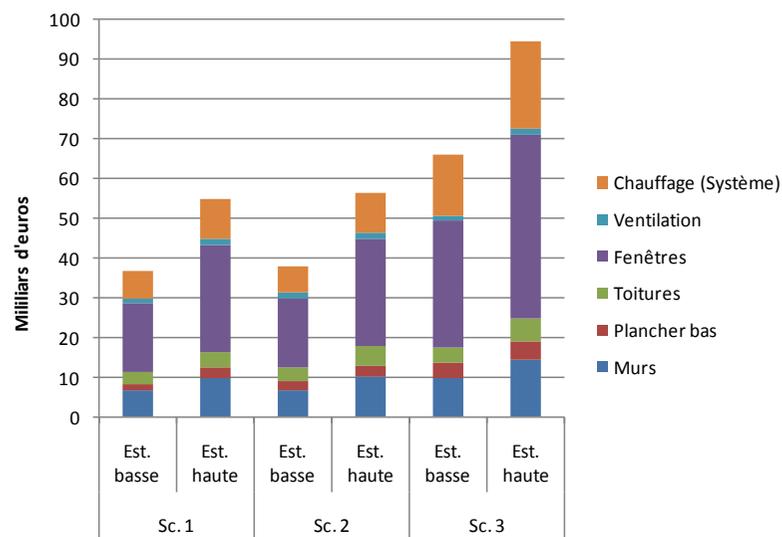


Figure 26 : Estimation par poste des coûts liés à la mise en œuvre des bouquets de travaux selon les niveaux de rénovation (Source : Energies Demain)

¹⁷ Source : Etude de potentiel d'économie d'énergie des bâtiments en Provence-Alpes-Côte d'Azur, Energies Demain 2011

La rentabilité des travaux est évaluée en prenant en compte le coût des travaux (coûts actuels) et les économies d'énergie réalisées pendant la durée de vie des équipements ou des travaux (en tenant compte d'une hypothèse d'augmentation des coûts de l'énergie).

La rentabilité est très différente selon les typologies de bâtiments. Pour atteindre la réduction de 38% sur les consommations énergétiques de l'ensemble des bâtiments existants, il faudra pour certaines typologies aller jusqu'au bouquet volontariste, tandis que sur d'autres typologies, il ne serait pas réaliste de l'envisager.

Globalement, le bouquet volontariste a une rentabilité bien moindre, avec un coût allant de 13 à 19 centimes €/kWh économisé (les derniers kWh économisés sont les plus chers).

Les bouquets prudent et intermédiaire, dont les actions proposées sont très proches, sont similaires en termes de rentabilité : 9 à 13 centimes d'€/kWh économisé (à titre de comparaison, le prix d'un kWh d'électricité abonnement compris était d'environ 15 centimes d'€ TTC en 2010)

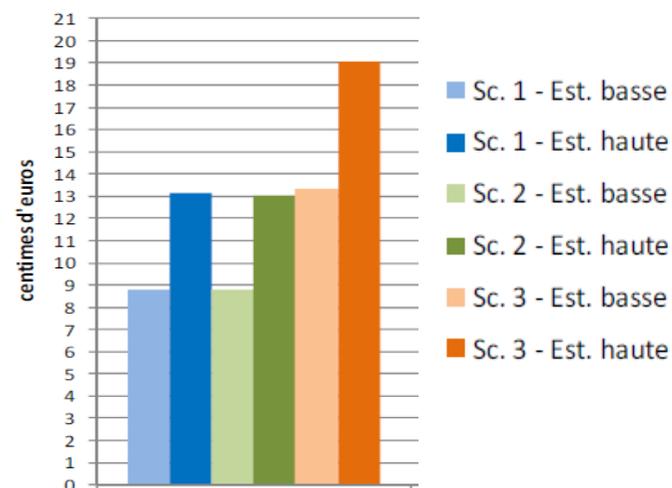


Figure 27 : Coût du kWh économisé par niveau de rénovation et selon une estimation haute et basse (Source : Energies Demain)





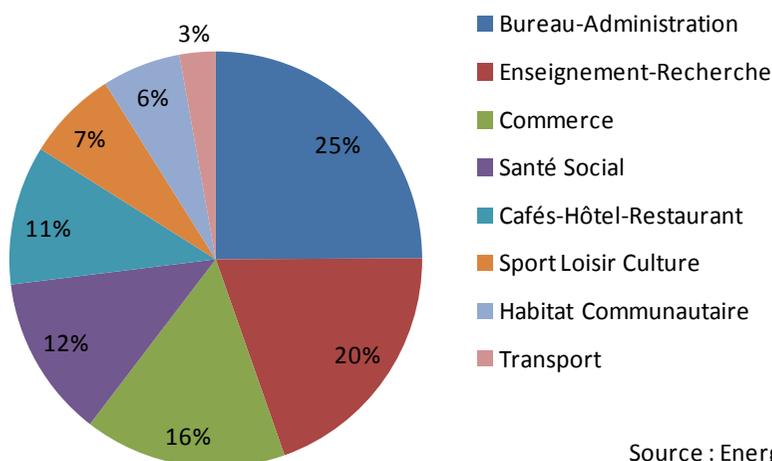
2.2 BATIMENTS TERTIAIRES

2.2.1 BILAN REGIONAL

► Structure du parc tertiaire : un secteur très hétérogène

Le parc tertiaire regroupe un ensemble hétérogène de branches économiques et de services publics. Il est estimé à **61 millions de m²**, et est dominé par les branches Bureau-Administration, Enseignement-Recherche et Commerce, qui représentent à elles seules plus de 60% des surfaces du secteur.

Répartition des surfaces tertiaires par branche



Source : Energies Demain

Figure 28 : Répartition des surfaces tertiaires par branche

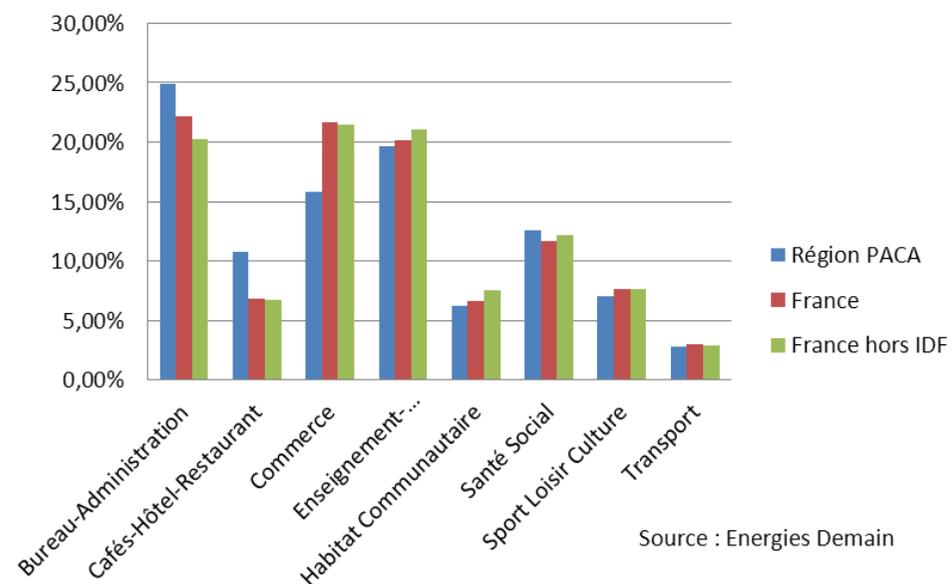
Les surfaces de la branche Bureau-Administration représentent une part plus élevée qu'à l'échelle nationale, notamment en raison d'un développement plus important des activités de service et de location ou vente de biens immobiliers.

La proportion surfacique de la branche Enseignement-Recherche est quant à elle sensiblement identique à la part nationale. Il est toutefois intéressant de noter que les activités de recherche et d'enseignement supérieur représentent respectivement 3% et 18% des surfaces de la branche en Provence-Alpes-Côte d'Azur contre 1% et 14% des surfaces nationales.

Enfin, les surfaces de la branche Commerce sont en retrait par rapport à la répartition surfacique nationale (avec ou sans l'Île-de-France), pouvant s'expliquer par une plus faible présence de commerces de gros sur le territoire régional (22% des emplois de la branche contre 27% à l'échelle nationale).

Concernant les branches de surface plus faibles, les Cafés Hôtels Restaurants (CAHORE) prennent une part nettement plus importante qu'à l'échelle nationale, soulignant ainsi le caractère touristique de la région.

Parts surfaciques des différentes branches



Source : Energies Demain

Figure 29 : Répartition des surfaces tertiaires par branche en région et en France (Source : Energies Demain)



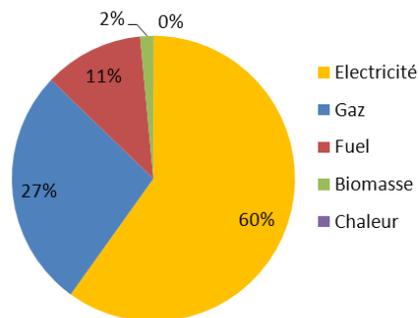


► Consommations du parc tertiaire par usage et énergie

- L'électricité est la source d'énergie principale avec **60% des consommations**

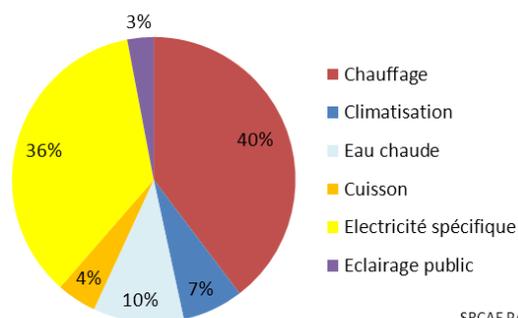
Les parts de marché régionales se distinguent fortement de la moyenne nationale, notamment par l'importance de l'énergie de chauffage électrique en région, supérieure de plus de dix points à la répartition nationale (36% contre 24%).

Répartition des consommations des bâtiments tertiaires par énergie en 2007



SRCAE PACA 2011
Source : Energ'air

Répartition des consommations des bâtiments tertiaires par usage en 2007



SRCAE PACA 2011
Source : Energ'air

Figure 30 : Répartition des consommations d'énergie finale du parc tertiaire par énergie et par usage (Source : Energies Demain)

- Le **chauffage** ne représente que **40% des consommations**, en raison du poids important de l'électricité spécifique.
- L'**électricité spécifique** représente **36% des consommations**, et la **climatisation 7%**.
- L'**éclairage public**, comptabilisé dans le secteur tertiaire, représente 3% des consommations. Pour une collectivité territoriale, l'éclairage public peut représenter 18% de la facture énergétique et 47% de la facture d'électricité (ratios nationaux ADEME).

La structure des consommations diffère selon les branches d'activité :

Consommations des branches tertiaires par usage

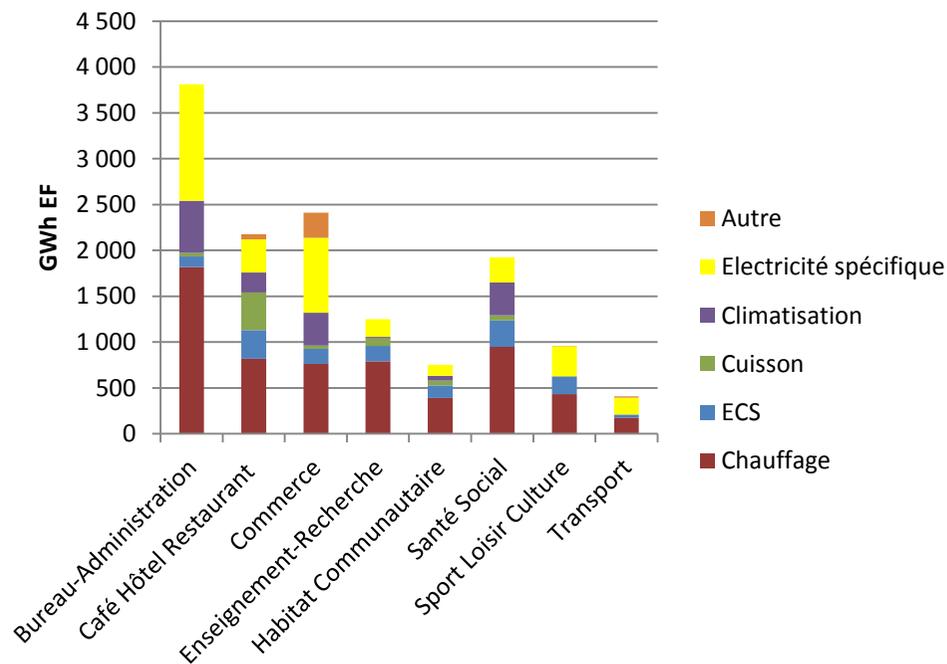


Figure 31 : Consommations des branches tertiaires par usage (Source : Energies Demain)



2.2.2 DYNAMIQUE D'EVOLUTION

» Les évolutions passées

Evolution des consommations du tertiaire depuis 1990

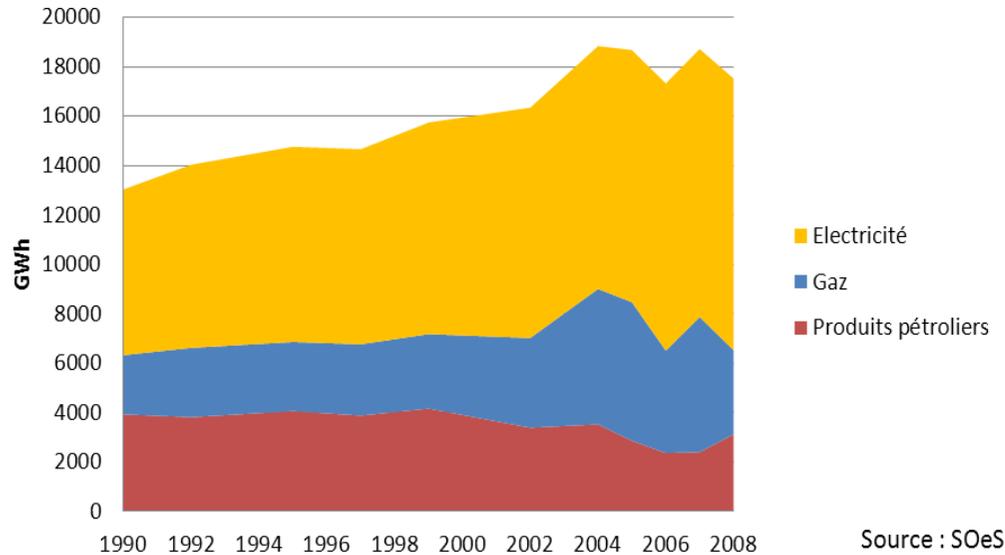


Figure 32 : Évolution des consommations du secteur tertiaire depuis 1990 en climat réel (Source : SOeS)

La consommation d'électricité a fortement augmenté depuis 1990, en lien avec le développement des usages spécifiques (bureautique) et de la climatisation. Les consommations de gaz montrent également une tendance à la hausse (à nuancer ces dernières années), tandis que celles de fuel diminuent.

» Hypothèses d'évolution du parc



L'évolution future du parc tertiaire est basée sur l'augmentation prévue de la population, et sur les taux de sortie (démolitions) et de construction par branche d'activité tertiaire.

Le parc atteindrait ainsi 69 millions de m² en 2020 (+12%), et 75,8 Mm² en 2050 (+24%) : les bâtiments existants en 2007 représenteront encore **86% des surfaces en 2020 et 73% en 2050**.

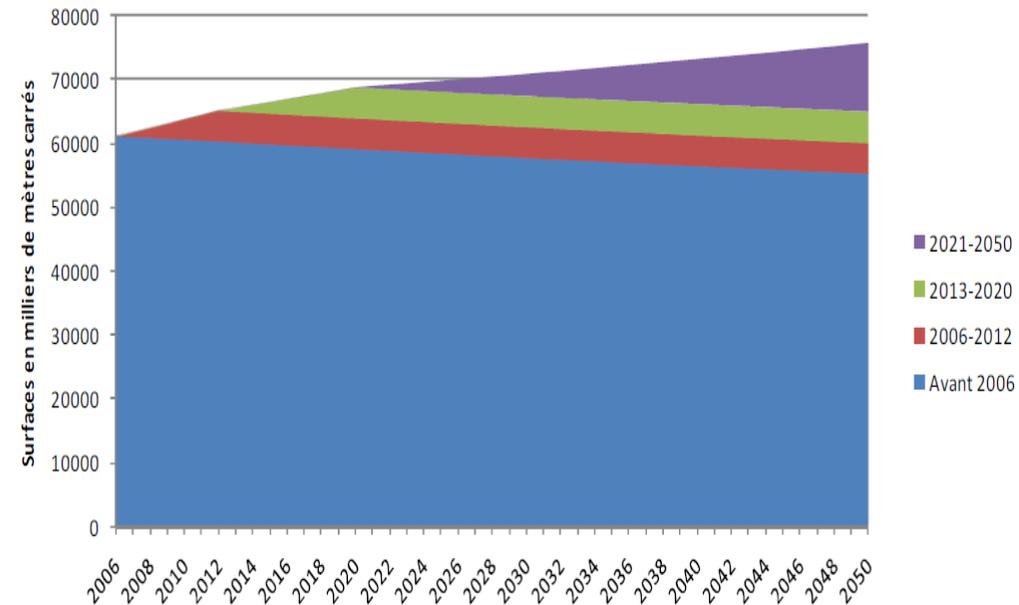


Figure 33 : Évolution des surfaces tertiaires en région à l'horizon 2050 (Source : Energies Demain)



2.2.3 POTENTIELS D'ÉCONOMIE D'ÉNERGIE

Les potentiels d'économie d'énergie ont été évalués sur le parc tertiaire existant selon plusieurs niveaux de rénovation :

Tableau 6 : Niveaux de rénovation mis en œuvre dans le parc tertiaire
(Source : Energies Demain)

Niveaux de rénovation mis en œuvre dans le parc tertiaire
Modeste bâti : Niveau d'exigence type RT « élément par élément », <u>sans changement de système</u>
Modeste système : Changement de tous les systèmes par de meilleures technologies, <u>sans rénovation du bâti</u>
Intermédiaire : Respect de la RT « globale » (diminution des consommations de 30%) pour l'ensemble des bâtiments existants
Maximal : Niveau d'exigence BBC avec changement de tous les systèmes par de meilleures technologies

Potentils d'économie d'énergie dans le parc tertiaire selon les gestes de rénovation appliqués

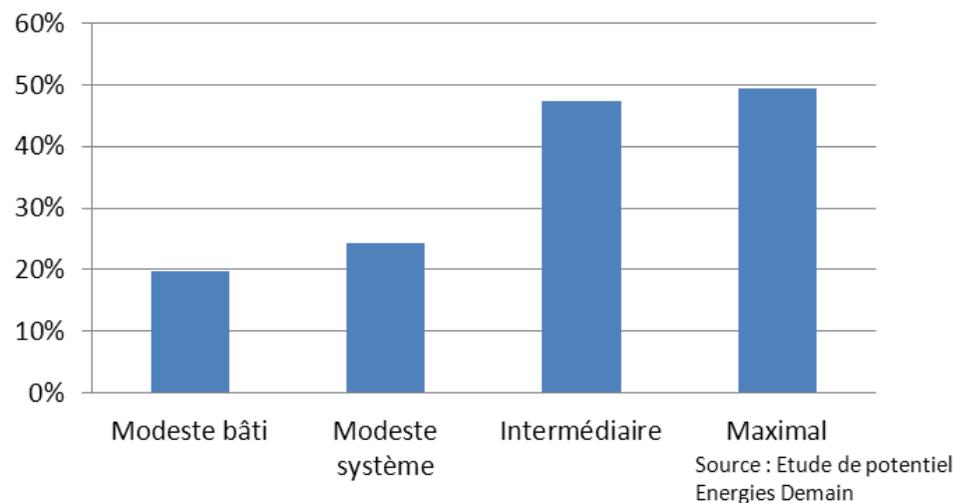


Figure 34 : Potentiels d'économie d'énergie par usage selon les gestes de rénovation appliqués (Source : Energies Demain)

L'application du bouquet de travaux volontariste à l'ensemble du parc tertiaire permet d'atteindre **une économie d'énergie maximale de 49% des consommations**.

Les bouquets de travaux sont appliqués selon différentes typologies de bâtiments. Les leviers sont modélisés séparément et ne sont **pas toujours additionnables (en particulier bouquet « bâti » et bouquet « systèmes »)**

Une évaluation du gisement d'économies d'énergie pour les années 2020 et 2050 est présentée ci-dessous de façon à intégrer l'effet complémentaire des substitutions d'énergie et d'actions sur les consommations spécifiques et sur le comportement qu'il est raisonnable d'attendre à ces horizons de temps.





Tableau 7 : Potentiels d'économie d'énergie par usage pour le parc tertiaire (Source : ARTELIA d'après Energies Demain)

Potentiels d'économie d'énergie par usage pour le parc tertiaire existant en 2007	2020	2050
chauffage	50%	75%
climatisation	26%	31%
cuisson	0%	5%
eau chaude	32%	60%
autres usages (électricité spécifique)	35%	41%
éclairage public	20%	50%

Les résultats sont présentés dans les graphiques suivants, et mettent en évidence la part prépondérante de la rénovation thermique du bâti, des systèmes de chauffage, et de la maîtrise des consommations d'électricité spécifique dans le potentiel identifié.

Il est important de souligner que ces potentiels tiennent compte d'une évolution des comportements de consommation d'énergie et de maintenance des systèmes. **L'impact des comportements et des habitudes de maintenance peut ainsi atteindre 10 à 15% des consommations.**

Potentiels d'économie d'énergie du parc tertiaire à 2020

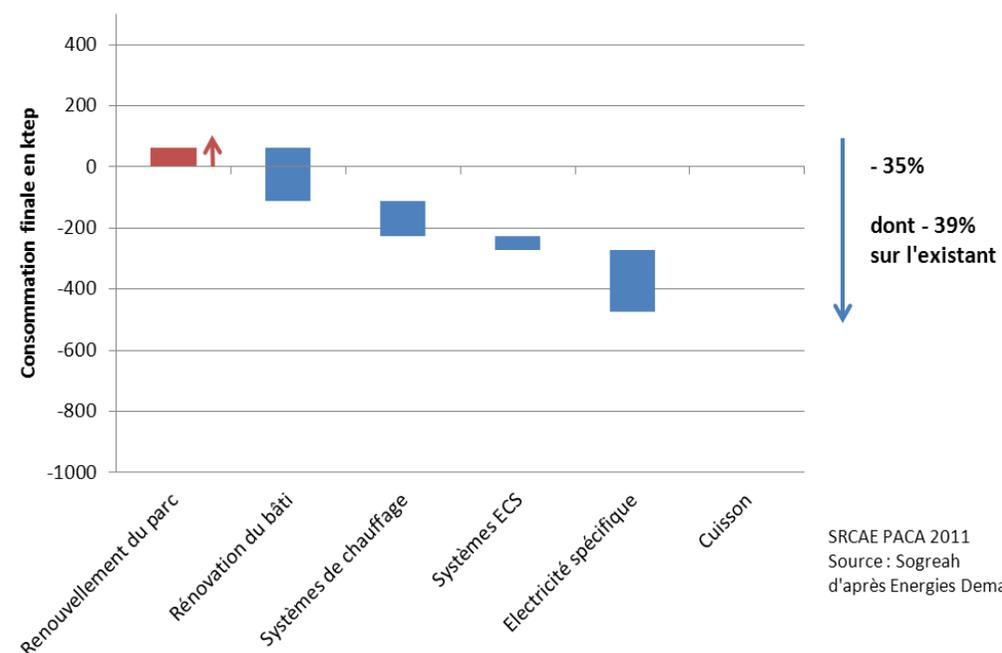


Figure 35 : Potentiels d'économie d'énergie du parc tertiaire par poste à 2020 (Source : ARTELIA d'après Energies Demain)

Le potentiel identifié à l'horizon 2020 est élevé, mais pour mobiliser la totalité de ce potentiel, il faudrait un effort considérable concentré sur une courte période.



Potentils d'économie d'énergie du parc tertiaire à 2050

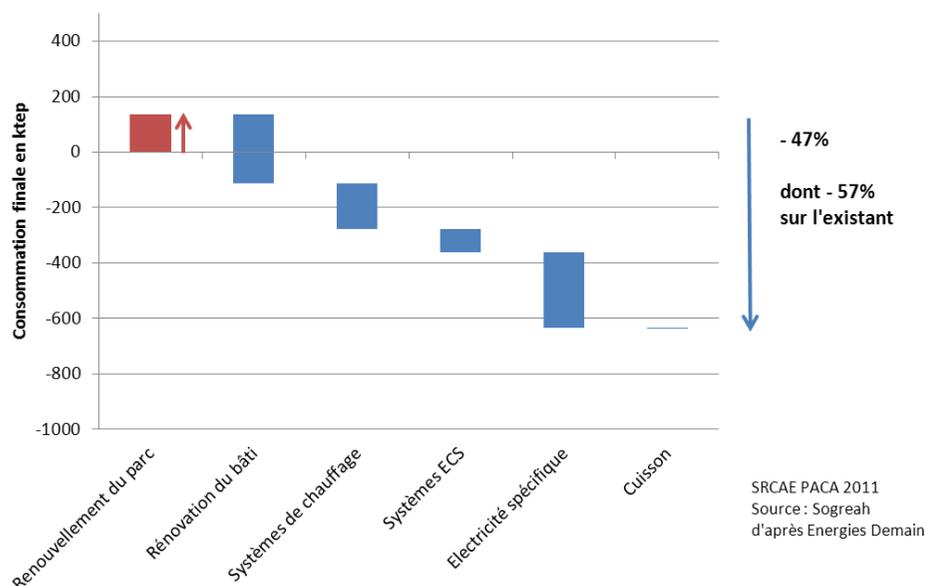


Figure 36 : Potentiels d'économie d'énergie du parc tertiaire par poste à 2050 (Source : ARTELIA d'après Energies Demain)

Rénover l'ensemble du parc tertiaire existant selon le bouquet maximal à l'horizon 2050 représente **un rythme de rénovation de 1,5 millions de m² par an** environ (rénovations complètes).

► Coût et rentabilité du chantier de rénovation

L'investissement nécessaire pour rénover l'ensemble du parc bâti tertiaire existant représente **17 à 27 milliards d'€ (280 à 440€/m² à coûts actuels)**.

Tableau 8 : Coûts en rentabilité selon les bouquets de travaux

Coûts et rentabilité selon les bouquets de travaux	Coût total (M€)		Coût du kWh EF évité sur 30 ans	
	Mini	Maxi	Mini	Maxi
Modeste bâti	4201	5412	5,2	6,7
Modeste systèmes	8606	11079	8,7	11,0
Intermédiaire	16933	21481	8,7	11,0
Maximal	21046	26572	10,3	13,2

L'efficacité économique et énergétique (coût en €/ kWh évité sur 30 ans) est variable selon les gestes appliqués et les typologies de bâtiments, mais globalement cette évaluation fait ressortir l'efficacité des gestes de travaux d'exigence « Modeste bâti » et « Intermédiaire » par rapport au bouquet maximal.

Le premier niveau d'exigence (modeste bâti) permet d'atteindre un gain sur les consommations comparable à celui obtenu par une amélioration de tous les systèmes pour un coût près de deux fois inférieur.

De la même manière, les gestes de travaux d'exigence « Intermédiaire » se révèlent être aussi économes en énergie que ceux d'exigence « Maximal » pour un coût de près de 25% inférieur. Il est à noter que le coût du kWh évité est le même que pour l'amélioration de tous les systèmes pour un gain presque double.

Cette notion d'optimum technico-économique peut cependant fortement varier selon les branches et les typologies de bâtiments tertiaires.





2.3 LES PRINCIPAUX ENJEUX DU SECTEUR DES BATIMENTS

► Le parc de bâtiment de 2050 sera constitué en majorité de bâtiments existants aujourd'hui: la rénovation du bâti est un enjeu majeur

Outre l'enjeu de réduction des consommations d'énergie et des émissions de GES et de polluants, la réhabilitation du bâti est nécessaire pour faire face aux problématiques de **précarité énergétique** (et plus généralement de vulnérabilité des ménages à la **hausse des prix de l'énergie**), ainsi qu'aux problématiques de **confort d'été** qui pourraient s'aggraver dans la perspective du changement climatique (limiter le développement de la climatisation).

La nécessaire réhabilitation du bâti existant se heurte à plusieurs freins :

- **des problématiques de financement** : étant donnés les coûts élevés de la rénovation du parc, il est nécessaire de mettre en œuvre des leviers financiers supplémentaires pour atteindre les objectifs de rénovation du parc.
- **des freins structurels** : pour certaines catégories de logements - et en particulier les copropriétés et le parc locatif privé – les leviers de rénovation thermique sont plus difficiles à trouver.
- **un enjeu de qualité des travaux** : les filières du bâtiment et de l'énergie doivent s'organiser et développer les compétences nécessaires pour répondre à l'impératif de rénovation ambitieuse du parc bâti et assurer la qualité des travaux.
- **Des freins culturels** : la région bénéficiant, sur sa zone littorale, d'un climat relativement clément, il est d'autant plus difficile de considérer la rénovation du bâti comme une priorité.

Le potentiel d'économie est élevé, mais également coûteux et complexe à mobiliser. L'enjeu est donc de définir une stratégie à la fois réaliste et ambitieuse de rénovation des bâtiments de la région.

► La performance des constructions neuves

Selon l'INSEE, la population régionale représentera entre 5,4 et 5,7 millions d'habitants en 2040, contre 4,8 millions en 2007, générant un besoin important de nouveaux bâtiments. La performance des constructions neuves (respect des réglementations thermiques, constructions neuves adaptées au climat local) est donc également un enjeu important.

► La rénovation seule ne permettra pas d'atteindre le facteur 4 en 2050

Les potentiels d'économie d'énergie permettent d'atteindre au maximum un facteur 2,5 de division des émissions de GES (graphique ci-dessous).

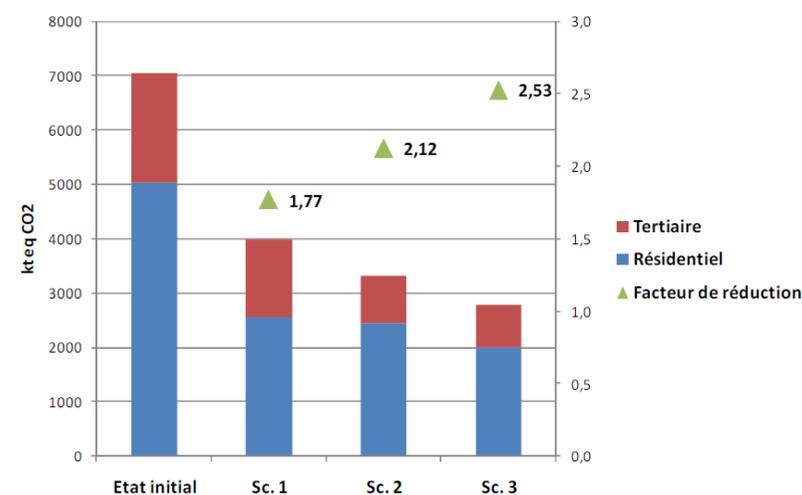


Figure 37 : Potentiels de réduction des émissions de CO₂ selon les niveaux de rénovation (Source : Energies Demain)



Face à ce constat trois enjeux distincts sont à souligner :

- L'enjeu de **l'amélioration des systèmes de chauffage et de l'évolution du mix énergétique** (substitutions d'énergie au profit d'énergies moins émettrices de GES et des énergies renouvelables).
- **L'enjeu des comportements**, afin de maîtriser l'augmentation des consommations, et notamment des consommations d'électricité spécifique (équipements) et de climatisation. **Le déploiement des compteurs intelligents et des smart grids (réseaux intelligents)**, peut constituer un levier supplémentaire pour faire évoluer les comportements.
- Une fois que les aspects thermiques ont été traités, **l'électricité spécifique** représente l'essentiel des consommations : les usages spécifiques représentent donc un enjeu considérable pour l'atteinte du facteur 4.

►► Une région touristique

Les consommations d'énergie des hébergements touristiques et des résidences secondaires constituent un enjeu différencié, dans la mesure où les leviers à mettre en œuvre sont distincts.

►► Enjeux pour la qualité de l'air

L'impact sur la qualité de l'air des émissions de polluants du secteur résidentiel sera principalement associé **aux énergies et systèmes utilisés pour le chauffage** (émissions de CO et de particules, en particulier en cas de développement du bois énergie).

Le résidentiel-tertiaire est ainsi à l'origine de :

- 20% des émissions de particules fines PM10
- 28% des émissions de particules fines PM2.5

- 15% des émissions de monoxyde de carbone (CO)

La qualité de l'air intérieur sera également à prendre en compte dans le neuf et lors des rénovations.

Ces enjeux sont développés dans la partie qualité de l'air du SRCAE.

►► Enjeux d'adaptation au changement climatique

En termes d'adaptation au changement climatique, le secteur des bâtiments est particulièrement concerné par les **problématiques de confort d'été et d'îlots de chaleur urbains**, ainsi que par les **risques naturels**. Ces enjeux sont développés dans la partie adaptation du SRCAE (Chapitre 6).





3 INDUSTRIE

3.1 BILAN REGIONAL

3.1.1 LE PAYSAGE INDUSTRIEL REGIONAL

La région Provence-Alpes-Côte d'Azur héberge de nombreuses activités industrielles sur son territoire, notamment dans les Bouches-du-Rhône, les Alpes-Maritimes et le Vaucluse.

Le tissu industriel régional est caractérisé par la **présence de grands groupes**, mais aussi par un **tissu de petites industries artisanales** qui représentent 95% des entreprises industrielles en région.

► Un poids relativement faible en emploi, mais des activités clés pour l'économie régionale

Troisième région française en termes de population, Provence-Alpes-Côte d'Azur ne se situe qu'au **13^e rang pour le nombre d'emplois industriels, avec 164 000 emplois en 2007** (10% de l'emploi régional, contre 17% pour la France).

Cependant, avec le recentrage de l'industrie sur ses activités de production, de nombreuses activités de soutien à l'industrie ont été déléguées à des entreprises externes ou des filiales tertiaires. Trois activités tertiaires en ont particulièrement profité : le conseil et l'assistance aux entreprises, les services opérationnels (intérim, nettoyage, sécurité), et la recherche et développement. Ces trois activités représentent ainsi un nombre d'emplois supérieur à celui des emplois industriels au sens strict avec près de 180 000 emplois, et la région Provence-Alpes-Côte d'Azur se situe au **4^{ème} rang national pour les dépenses de recherche et développement.**¹⁸

La présence de **10 pôles de compétitivité** et de **29 PRIDES** (Pôles Régionaux d'Innovation et de Développement Economique Solidaire) témoigne du dynamisme régional en termes d'innovation technologique et de synergies industrielles. Parmi eux, la plupart sont en lien avec les sujets de l'énergie, du climat, ou encore de l'eau.

Focus sur Capénergies : un pôle dédié à la compétitivité des acteurs de l'énergie

Un pôle de compétitivité est, sur un territoire donné, l'association d'entreprises, de centres de recherche et d'organismes de formation, engagés dans une démarche partenariale pour mettre en œuvre une stratégie commune de développement. Cette stratégie est destinée à dégager des synergies autour de projets innovants conduits en commun en direction d'un ou plusieurs marchés, avec pour objectifs de développer la croissance et l'emploi.

Capénergies réunit plus de 400 membres, qui développent ensemble des projets créateurs d'innovation et d'activités dans le but de soutenir le développement économique des filières énergétiques.

Capénergies a pour missions de faciliter les mises en relation, d'accompagner et de soutenir ses membres afin qu'ils occupent une position privilégiée dans le secteur de l'énergie et qu'ils répondent aux besoins futurs de nos territoires.

¹⁸ L'industrie en Provence-Alpes-Côte d'Azur, INSEE-DRIRE 2006





PRIDES (Pôles Régionaux d'Innovation et de Développement Economique Solidaire)

- Culture**
 - 1 - Argile, céramique, santons
 - 2 - Art de vivre en Provence
 - 3 - ICI Ind. de la Créativité et Innovation
 - 4 - ICI Mode Paca
 - 5 - Livres et Disques
 - 6 - Patrimoines et Cultures
 - 7 - Pôle Image Sud
- Green Tech**
 - 8 - Arémis
 - 9 - Bâtiments Durables Méditerranéens
 - 10 - Bois et Construction
 - 11 - Capénergies
 - 12 - Eco-entreprises & DD
 - 13 - Mer PACA
 - 14 - Novachim
 - 15 - Risques
 - 16 - Trimatec
- Industrie**
 - 17 - Euro-biomédecine
 - 18 - Fruits et Légumes
 - 19 - Parfums, Arômes, Senteurs et Saveurs (PASS)
 - 20 - Pégase
 - 21 - Photonique Sud
 - 22 - Solutions Communicantes Sécurisées (SCS)
 - 23 - Solutions et Systèmes Industriels
- Thèmes divers**
 - 24 - Carac'Terres
 - 25 - Finances et conseil Méditerranée
 - 26 - Grande Plaisance
 - 27 - Logistique
 - 28 - Services à la Personne
 - 29 - Tourisme d'affaires et de congrès
- POLES DE COMPETITIVITE**
 - CAPENERGIES
 - EAU
 - EUROBIOMED
 - MER PACA
 - OPTITEC
 - PASS
 - PEGASE
 - Pôle européen d'innovation fruits et légumes (PEIFL)
 - RISQUES
 - SCS
 - TRIMATEC

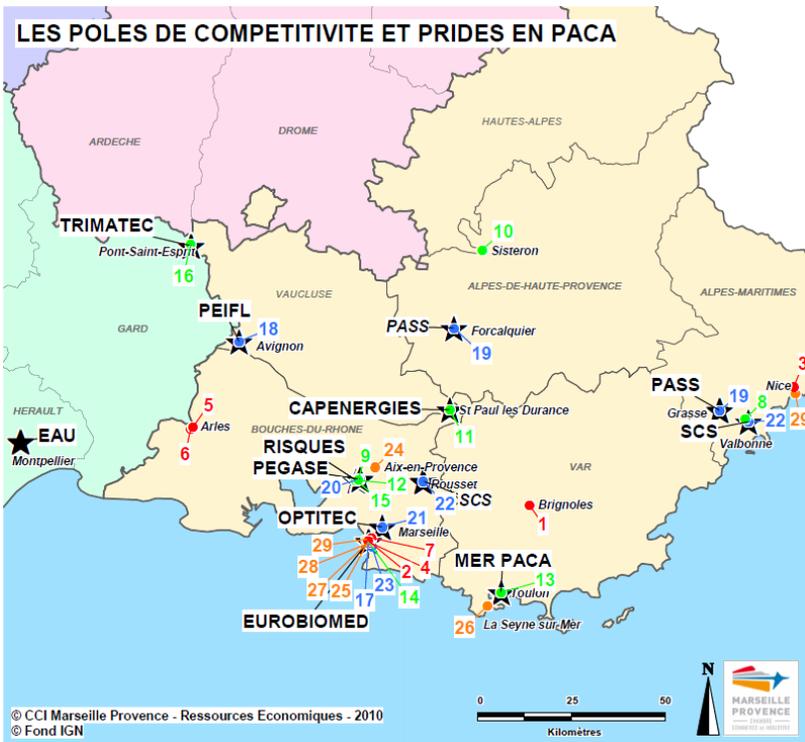


Figure 38 : Carte des pôles de compétitivité et PRIDES en région (Source : CCI Marseille Provence, 2010)

►► Un profil relativement proche de celui de la France en termes de secteurs industriels

70% des emplois se répartissent entre six secteurs d'activités. Les trois principaux sont :

- Le secteur de la **métallurgie et des équipements mécaniques** avec 31 000 salariés ;

- Le secteur des **industries agricoles et alimentaires** avec 28 000 salariés ;
- Le secteur des **équipements et des composants électriques et électroniques** avec 22 000 salariés.

Viennent ensuite l'énergie, le carburant et l'eau, la chimie, le caoutchouc et le plastique, et la construction navale, aéronautique et ferroviaire.

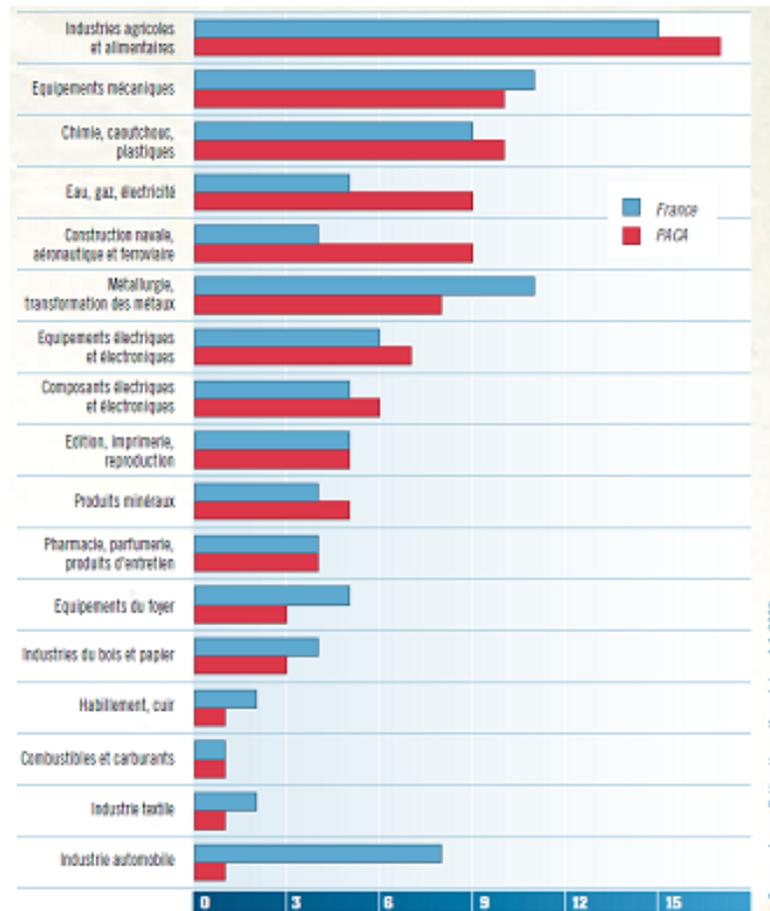


Figure 39 : Répartition des emplois industriels en France et en région, en % (Source : INSEE 2005)

Source : Insee, Estimations d'emploi au 1.1.2005





►► L'emploi industriel est concentré dans de grands établissements

La région compte 21 500 établissements industriels au 1^{er} janvier 2009, dont **95% sont des entreprises de moins de 20 salariés.**

En termes d'effectifs cependant, du fait de la présence de grands groupes, **l'emploi industriel est concentré dans de grands établissements.** Les établissements de plus de 50 salariés regroupent ainsi les deux tiers des salariés de l'industrie. La construction navale et aéronautique, la production de carburants, la métallurgie, les composants électroniques et la pharmacie sont les secteurs les plus concentrés.¹⁹

►► Les Bouches-du-Rhône concentrent la moitié des effectifs industriels régionaux

L'industrie régionale est concentrée autour de trois grandes zones géographiques : le noyau industriel qui couvre les Bouches-du-Rhône et l'agglomération toulonnaise, la zone littorale des Alpes-Maritimes, notamment autour de Sophia-Antipolis, et la vallée du Rhône.

Le département des Bouches-du-Rhône se caractérise par des industries lourdes et traditionnelles qui cohabitent avec des industries de haute technologie. L'industrie est organisée autour de 3 pôles : le pourtour de l'Étang de Berre (sidérurgie, aéronautique, pétrochimie), le bassin d'Aix-en-Provence (microélectronique, industrie des minéraux, énergie), l'agglomération marseillaise (industrie agroalimentaires, biotechnologie, industries diversifiées).

¹⁹ INSEE-DRIRE 2006

3.1.2 BILAN DES CONSOMMATIONS D'ENERGIE

Les sources de données sur les consommations d'énergie de l'industrie :

- L'enquête EACEI (Enquête Annuelle sur les consommations d'Énergie dans l'Industrie)
- L'enquête IAA (Industries Agricoles et Alimentaires)
- La base Energ'air (les résultats 2007 sont issus d'enquêtes auprès des principaux industriels régionaux)

Pour l'analyse des consommations de l'industrie, c'est la base Energ'air qui a été choisie comme référence. Elle est en effet basée sur des données réelles (déclaratives) et est la source qui permet l'analyse la plus fine des consommations, les données de l'EACEI étant incomplètes du fait de secrets statistiques.

→ Un besoin d'amélioration de la connaissance et du suivi des consommations de l'industrie

Une analyse de l'efficacité énergétique actuelle des différents procédés sur la région serait pertinente et utile pour dégager des enjeux adaptés à chaque typologie d'acteurs. Toutefois, les données de consommation sont souvent confidentielles ou ne sont connues que globalement à un niveau régional (mise à part la très forte contribution du site Arcelor Mittal, usine de production d'acier située dans le port de Fos).

Une enquête est en cours au niveau de la DREAL auprès des 150 plus grosses installations. 60 réponses ont déjà été collectées. Certaines données collectées dans le cadre de cette enquête sont toutefois confidentielles. L'évaluation et l'amélioration de l'efficacité énergétiques de ces industries pourra s'appuyer sur les BREFs élaborées au niveau européen.

Enfin, une opération d'accompagnement initiée par des CCI et CMA a fait l'objet d'un bilan avec identification de secteurs prioritaires par type d'activité/taille des enjeux. Ce bilan est consultable sur le site du CNIDEP.



► L'industrie, premier secteur de consommation régional et fort contributeur aux émissions de polluants

La consommation d'énergie finale de l'industrie régionale est estimée par Energ'air en 2007 à **7,8 Mtep** en incluant le traitement des déchets (0,2 Mtep pour le traitement des déchets industriels et ménagers) et l'activité de raffinage.

Les procédés de raffinage représentent 2,1 Mtep de ce bilan, et ne sont habituellement pas pris en compte par le SOeS ni par l'ORE dans le bilan des consommations finales.

De la même façon, les consommations liées aux installations de production d'électricité ne sont pas prises en compte dans les bilans de consommation d'énergie finale de l'industrie.

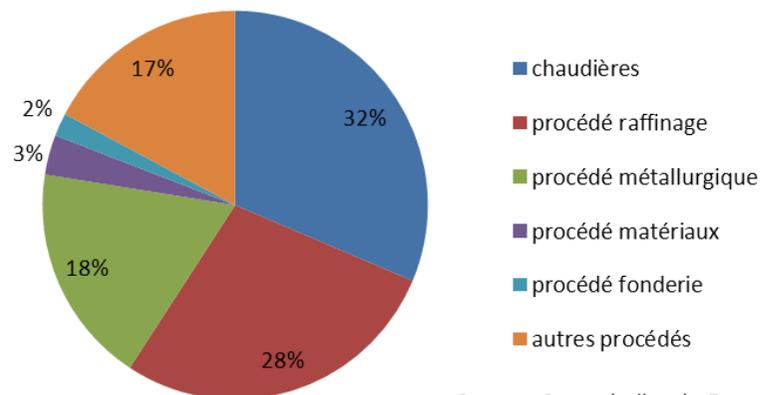
Hors raffinage et traitement des déchets, la consommation d'énergie finale de l'industrie est estimée à **5,5 Mtep**, soit **40% des consommations finales régionales**.

Hors raffinage et traitement des déchets, les consommations d'énergie finale de l'industrie régionale représentent **14,9 Millions de teq CO₂**, soit **37% des émissions de GES** d'origine énergétique. Le raffinage représente **5,7 Millions de teq CO₂**, soit **14% des émissions de GES** d'origine énergétique.

Concernant les **émissions de polluants atmosphériques**, l'industrie (hors secteur de la production d'énergie) est le principal secteur émetteur de monoxyde d'azote avec 48% du total, et contribue aux émissions d'oxydes d'azote régionales (14%), de SO₂ (23%), de COVNM (14%) et de particules PM10 et PM2,5 (respectivement 27% et 19%) sur l'année 2007.

Le secteur de la production d'énergie est quant à lui responsable de 49% des émissions de SO₂ régionales et de 14% des émissions de Nox.

Répartition des consommations de l'industrie par procédé



Source : Sogreah d'après Energ'air

Répartition des émissions de GES de l'industrie par procédé

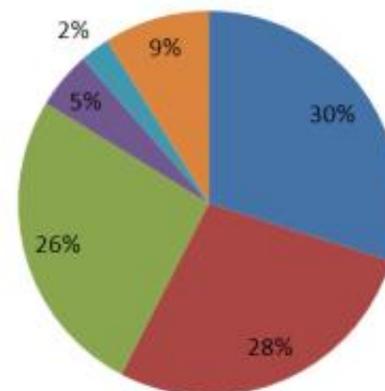


Figure 40 : Répartition des consommations et émissions de GES de l'industrie en 2007 par procédé (Source : Energ'air, raffinage inclus)



► Le raffinage représente 28% des consommations et des émissions de GES

Les quatre raffineries de pétrole implantées autour de l'étang de Berre positionnent Provence-Alpes-Côte d'Azur au premier rang des régions françaises avec 29% de pétrole traité. En 2005, ces sites ont raffiné plus de 30 millions de tonnes de carburant²⁰.

Les quantités d'énergie nécessaires aux opérations de distillation, reformage craquage du pétrole brut sont considérables : l'énergie peut représenter un tiers des coûts de fonctionnement.

Les gaz de raffinerie et de pétrochimie, sous-produits de procédé, représentent près de la moitié de la consommation finale des raffineries, soit 1 Mtep.

Ces sites sont relativement anciens : le site LyondellBasell à Berre a été créé en 1931, INEOS à Lavéra en 1933, TOTAL à La Mède en 1935, et ESSO à Fos en 1965. La phase 3 de l'EU-ETS²¹, basée sur un benchmark des installations du point de vue de leur efficacité énergétique, va avoir un impact d'autant plus marqué que les installations sont anciennes. Cela se traduira concrètement par une charge financière supplémentaire, les mesures d'optimisation n'étant pas suffisantes pour atteindre les objectifs, et le remplacement des équipements par de nouvelles unités n'étant pas envisageable à court terme.

► La métallurgie représente 18% des consommations d'énergie, et 26% des émissions de GES

Le site d'Arcelor-Mittal - producteur d'acier primaire - est le principal contributeur, la consommation de charbon expliquant la forte proportion de ce secteur dans les émissions des GES.

²⁰ INSEE-DRIRE 2006

²¹ EU-ETS : European Union Emissions Trading Scheme : Système Européen d'échange de quotas de CO₂

► Les chaudières industrielles représentent 32% des consommations d'énergie et 30% des émissions de GES



Les chaudières, utilisées dans de nombreuses industries (y compris dans le raffinage et la métallurgie), ont un poids important dans les consommations et dans les émissions de GES.

► Les principales sources d'énergie dans l'industrie sont le gaz et le charbon

Le charbon est la principale source d'énergie dans la métallurgie (le site d'Arcelor-Mittal représentant l'essentiel de cette consommation). Le gaz est prépondérant dans le raffinage (utilisation des gaz de raffinerie) et pour les chaudières. L'électricité est principalement utilisée pour les moteurs.

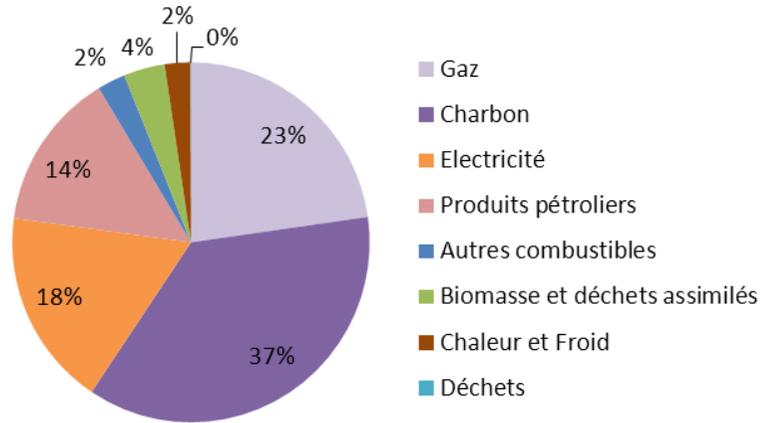
A noter : dans la suite du document, les consommations d'énergie de l'industrie s'entendent hors activités de raffinage (considéré comme une activité de production d'énergie, et à ce titre exclus des bilans de consommation en énergie finale)

Les graphiques en page suivante présentent un bilan des consommations d'énergie de l'industrie hors raffinage selon le niveau de détail disponible dans la base de données Energ'air par énergie, procédé, et usage.

Ces données seront à affiner par la suite, ce qui fait l'objet d'une orientation du SRCAE.

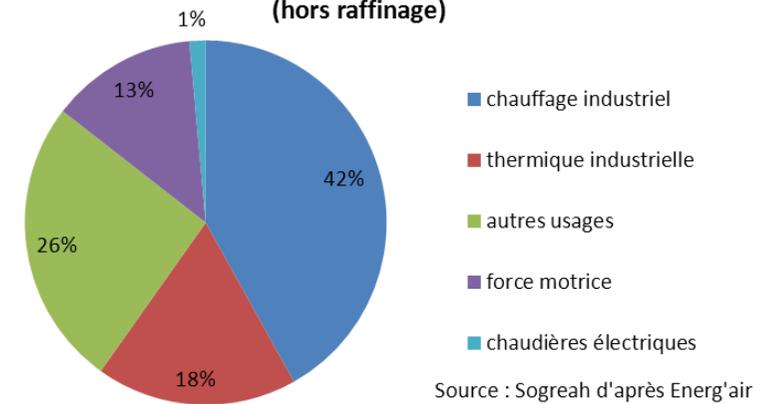


Répartition des consommations finales de l'industrie par énergie (hors raffinage)



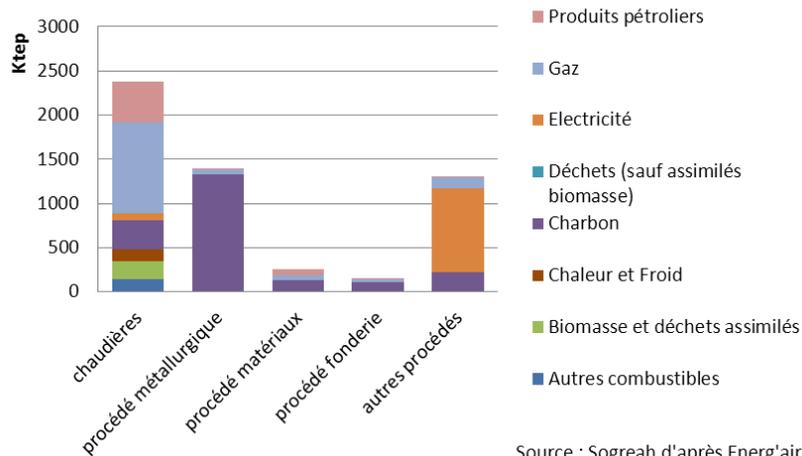
Source : Sogreah d'après Energ'air

Répartition des consommations de l'industrie par usage (hors raffinage)



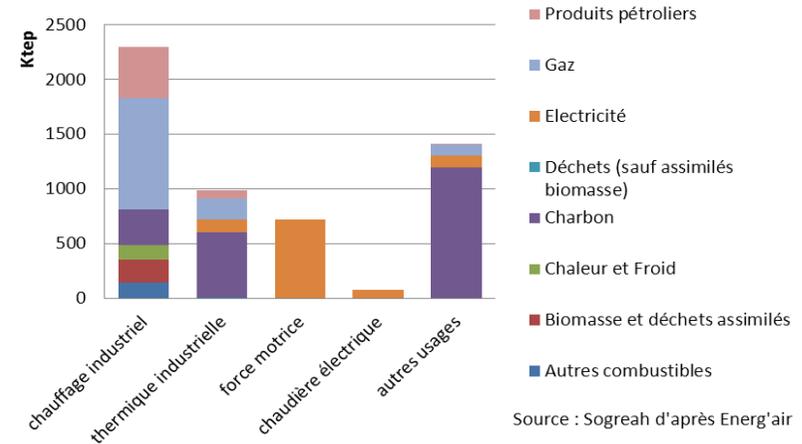
Source : Sogreah d'après Energ'air

Consommations finales de l'industrie par procédé et par énergie (hors raffinage)



Source : Sogreah d'après Energ'air

Consommations finales de l'industrie par usage et par énergie en 2007 (hors raffinage)



Source : Sogreah d'après Energ'air

Figure 41 : Répartition des consommations de l'industrie en 2007 par procédé; usage et énergie (Source : Energ'air, hors raffinage)



► Les principaux sites contributeurs aux émissions de GES

La région compte 55 installations soumises à quotas, en incluant le secteur de l'énergie (centrales thermiques de production d'électricité, chaufferies, raffineries...). Ainsi, plus de 90% des émissions de CO₂ industrielles régionales sont couvertes par l'EU-ETS.

Le système européen des quotas (EU-ETS)

L'EU-ETS (European Union Emissions Trading Scheme), est un système communautaire d'échange de permis d'émissions instauré par la Directive 2003/87/CE. Ce système concerne les grandes installations européennes des secteurs énergie et industrie, et se déroule en plusieurs phases :

- 2005-2007 : phase de test, avec une contrainte relativement faible
- 2008-2012 : contrainte plus importante - notamment sur les secteurs de l'énergie ; périmètre élargi (secteurs)
- 2013-2020 : nouvelle méthodologie d'allocation basée sur des benchmarks européens ; périmètre élargi (secteurs, gaz à effet de serre).
Base légale : Revised Directive 2009/29/EC.

La méthodologie d'allocation va considérablement évoluer entre la seconde et la troisième phase, passant d'une allocation sur la base de données d'émissions historiques des installations, à une allocation essentiellement basée sur des « benchmarks produit » définis au niveau européen.

Les allocations seront ainsi définies sur la base des meilleures techniques disponibles (ex : allocation par tonne de ciment produite, sur la base des émissions par tonne des installations les plus efficaces).

De plus, gratuits jusqu'à la deuxième période, les quotas deviendront progressivement payants. Les quotas ne seront alloués gratuitement que sous certaines conditions (risque de « fuites de carbone » pour les secteurs fortement exposés à la concurrence internationale) et dans la limite des benchmarks définis, les quotas manquants devant dorénavant être achetés aux enchères. Certains secteurs tels que la production d'électricité ne recevront plus aucun quota gratuit.

Tableau 9 : Principaux sites soumis à quotas en Provence-Alpes-Côte d'Azur en 2005 (Sources : CITL, SERINGAS, IREP)

Sites Industriels - En ktCO ₂ /an	Allocation 2005	Emissions 2005
Arcelor Mittal FOS	9141	8495
SNET - Centrale de Provence	2814	2931
Ineos Manufacturing France SAS	1644	1454
Raffinerie de Provence - site de la Mède	1630	1494
RAFFINERIE DE BERRE	1368	982
Raffinerie ESSO	899	675
NAPHTACHIMIE	870	895
Vicat-Usine de Peille	547	617
EDF Centre de Production Thermique de Martigues	542	974
UCB - USINE CHIMIQUE DE BERRE	503	430
LAVERA ENERGIES	495	271
LAFARGE CEMENTS - Usine de La Malle	494	439
USINE CHIMIQUE DE L'AUBETTE	482	456
SOCIETE GARDANNAISE DE COGENERATION	292	182
Aluminium Pechiney Usine de Gardanne	277	154
CABOT France	226	161
Usine de Contes	224	275
LYONDELL CHIMIE France SAS	215	162
Centrale de Cogénération de SETHLEEC d'Arles	203	122
ARKEMA FRANCE site de St. AUBAN	162	131
C.I.F.C.	159	118
Chaux de Provence SACAM	157	139
CHAUX DE LA TOUR	147	118
FIGENAL	137	86
ARKEMA	132	101
ASCOMETAL Usine de FOS	95	86
Tembec Tarascon	74	49
ARKEMA Fos/Vauvert	71	64
Saint Louis Sucre (Établissement de Marseille)	65	30
NESTLE France Usine de St Menet	60	13



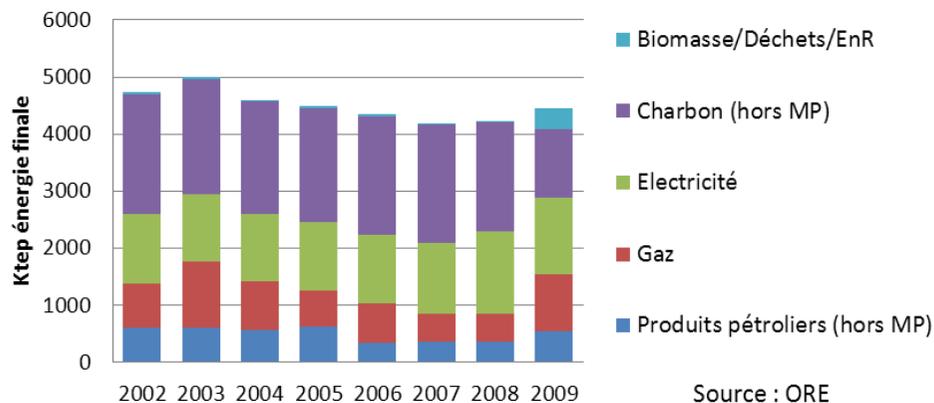
3.1.3 POTENTIELS D'ECONOMIE D'ENERGIE

► Dynamique observée et hypothèses d'évolution tendancielle

On observe une relative stabilité des consommations de l'industrie, malgré l'augmentation de la production (la consommation totale n'est pas cohérente avec la donnée 2007 d'Energy'air, en raison des différences de bases de données évoquées plus haut. Cela permet néanmoins de mettre en évidence la tendance d'évolution).

Figure 42 : Tendance d'évolution des consommations d'énergie finale de l'industrie (Source : ORE)

Evolution des consommations d'énergie finale de l'industrie en PACA hors secteur de l'énergie depuis 2002 - Total : 4,3 Mtep



► Une évolution difficile à prévoir

L'évolution des consommations étant très liée à la conjoncture économique et à l'évolution de la structure industrielle régionale (secteurs en déclin,

poids de certains sites, possibilité de scénarios de rupture...), les scénarios élaborés ici sont à périmètre d'activité et production constants.

► Un objectif contraignant pour les industries soumises à quotas, mais qui n'est pas nécessairement un scénario tendanciel

L'exigence minimale au niveau européen, en pourcentage par rapport à la moyenne des allocations de quotas 2008-2012, est 1,74%/an de baisse des quotas à 2020²².

Pour satisfaire leurs obligations, les industriels peuvent :

- diminuer leur consommation ou mettre en œuvre des substitutions d'énergie (fossile vers des énergies moins émettrices de GES ou renouvelables) ;
- acheter des quotas supplémentaires, ce qui génère une contrainte financière ;
- délocaliser leurs activités (« fuites de carbone ») ;
- mettre en œuvre des solutions de captage et stockage du carbone

Valorisation et stockage du carbone : Le projet VASCO

Le projet VASCO (VALorisation et Stockage du CO₂) a démarré en octobre 2011 et prévoit de créer une chaîne intégrée de valorisation du CO₂, sur la zone de Fos, Berre, Gardanne et Beaucaire. L'enjeu est de taille puisque sur ce territoire 43 industries ont émis 21 Mt de CO₂ en 2008 soit 45% des émissions de GES régionales. Labellisé par le Pôle Risques le 5 janvier 2010, le projet VASCO, porté par le Grand Port Maritime de Marseille rassemble plusieurs partenaires tels que Geogreen, BRGM, IFP, IFREMER, Air Liquide, GDF Suez, et vise à construire une réponse intégrée de valorisation de ce CO₂ par différentes filières (production d'algues, valorisation industrielle, récupération assistée d'hydrocarbures) et de stockage géologique pour la fraction de CO₂ non valorisée. La première phase d'études a démarré en 2011 et doit conduire à un démonstrateur sur la période 2018-2030, puis un développement industriel après 2030.

²² 13^{ème} alinéa de la directive 2009/29/CE du parlement européen et du conseil





► Une amélioration tendancielle de l'efficacité énergétique

Les industriels ont déjà mis en œuvre des actions de maîtrise de l'énergie et des optimisations de leurs installations, mais de nombreux potentiels restent également à mobiliser. Un développement des connaissances sur l'état d'efficacité énergétique de l'industrie en région sera mis en place afin d'identifier les marges de progrès.

L'encadré ci-contre présente un certain nombre de leviers existants en faveur de l'efficacité énergétique de l'industrie.

Economies d'énergie dans l'industrie : de nombreux leviers réglementaires existants :

- La directive 2008/1/CE dite « IPPC » (Integrated Pollution Prevention and Control) fixe depuis 1996 un cadre à la prévention et au contrôle de la pollution pour les installations industrielles classées pour la protection de l'environnement. Les BREF (Best Available technologies REFERENCE) ont été produits suite à cette directive afin de répertorier les meilleures techniques disponibles (MTD) pour les différents secteurs industriels concernés.
- La directive n°2003/87/CE (modifiée par la directive 2009/29/CE) qui établit un système d'échange de quotas d'émission de gaz à effet de serre, et sa traduction dans le PNAQ (Plan National d'Allocation des Quotas), qui fixe des objectifs pour les sites industriels les plus consommateurs.
- La réglementation sur les ICPE (Installations Classées pour la protection de l'environnement), qui fixe également l'obligation de prendre des mesures concernant l'utilisation rationnelle de l'énergie.
- La réglementation sur la performance des équipements (chaudières, moteurs, pompes...).
- La normalisation (ex : norme NF EN 16001 Systèmes de management de l'énergie, publiée le 1er juillet 2009).

Les instruments de marché :

- Système d'échange de quotas de CO₂.
- Certificats d'économie d'énergie (accords de partenariat entre les obligés et les acteurs industriels pour valoriser en CEE les actions entreprises).
- Développement d'entreprises de services énergétiques (ESCO).





► Les potentiels d'économie d'énergie et de GES

► Des gisements importants sur les procédés, les utilités, et la récupération de chaleur

Selon le MEDDTL²³, la somme des économies techniquement réalisables dans l'industrie au niveau national représente actuellement environ **10Mtep** sur une consommation de 33,4 Mtep en 2007, soit environ **30% des consommations du secteur** (hors sidérurgie).

Le CEREN²⁴ a évalué en 1999 le gisement d'économie d'énergie dans l'industrie, et estime que **les deux tiers du gisement pourraient être atteints par la mise en œuvre de techniques économes au niveau des procédés, et le tiers restant pourrait être obtenu par des mesures transverses sur les utilités**. Les gisements diffèrent selon les branches d'activité (procédés) et les usages (thermique ou électrique).

Ce gisement n'inclut pas les économies d'énergie relatives à la cogénération, ni à des actions entreprises dans les raffineries (et le secteur de l'énergie en général).

De plus, le gisement prend en compte les technologies énergétiquement performantes disponibles sur le marché, mais non les procédés ou technologies encore au stade de la recherche et de l'innovation.

Les tableaux ci-contre résument les gisements d'économie d'énergie dans l'industrie identifiés au niveau des procédés et hors procédés (opérations transverses telles que la production de froid, la transmission de fluide caloporteur ou frigopporteur, le chauffage et l'éclairage des locaux, les moteurs, etc.) au niveau national par le CEREN.

²³ Table ronde sur l'efficacité énergétique, dossier de presse, mai 2011

²⁴ Centre d'Études et de Recherches Économiques sur l'Énergie, le CEREN réalise des études détaillées des gisements d'économie d'énergie dans l'industrie.

Tableau 10 : Gisements nationaux 1999 en ktep par secteur (source CEREN)

Secteur	Conso 99 (ktep)	Gisement 99 (ktep)	%	Procédé (ktep)	%	Hors procédé (ktep)	%
IAA	7010	1858	27%	1110	16%	748	11%
Métaux	13246	3559	27%	3325	25%	234	2%
Mécanique	7472	1726	23%	808	11%	918	12%
Matériaux	5661	1034	18%	786	14%	248	4%
Chimie	12819	2601	20%	1761	14%	840	7%
Papier	5030	1025	20%	577	11%	448	9%
Autres	5305	1161	22%	569	11%	585	11%
Total	56543	12964	23%	8936	16%	4021	7%

Tableau 11 : Gisement national 2010 dans les opérations transverses (Source CEREN)

Opérations transverses	Champ en 1999 (Mtep)	Gisement 1999 (Mtep et %)	CO ₂ évitables (kt) 1999	Gisement 2010	Economie 1999-2010
Production de fluides caloporteurs	1431	990 69%	2 645	1 055	85
Transport et distribution de fluides caloporteurs	598	261 44%	770	232	-
Chauffage des locaux	2562	1106 43%	2 780	1054	201
Froid	1197	162 13%	76	167	2
Air comprimé	1802	461 25%	206	343	168
Eclairage	1062	549 52%	234	500	115
Moteurs	19666	1151 6%	554	889	389
Cogénération		6340		5200	-
TOTAL (hors cogénération)	25319	4503 18%	6715	4104	960



Ce gisement d'efficacité énergétique des opérations transverses a été actualisé par le CEREN en 2010²⁵. Cette nouvelle estimation est supérieure à la précédente, avec 5,5 Mtep (64TWh) au niveau national, du fait de la prise en compte de nouvelles actions dans les opérations étudiées, et de l'ajout d'opérations non étudiés jusqu'alors (*ventilation, pompage, perte dans les transformateurs électriques*).

Les opérations transverses à plus fort potentiel de réduction de consommations d'énergie sont :

- **Les moteurs** (23,5 TWh d'électricité)
- **Le chauffage des locaux** (12,3 TWh de combustibles essentiellement)
- **Les pertes en chaufferie** (7,6 TWh de combustibles)
- **La ventilation** (5,8 TWh)

Le solde (24% du gisement, soit 15,1 TWh) se répartit à parts à peu près égales dans les autres opérations.

Selon le CEREN, le gisement national de récupération de chaleur représente 2,5Mtep, dont 1 Mtep dans les opérations transverses. Il s'agit de réutiliser l'énergie thermique (chaleur) générée durant le procédé et généralement perdue. Récupérer cette chaleur perdue peut permettre de préchauffer l'air ambiant et diminuer ainsi les consommations de chauffage ou bien préchauffer de l'air pour du séchage, de l'eau, etc.... La récupération de chaleur demande une organisation du procédé de manière à lier les usages complémentaires (générateurs de chaleur et consommateurs de chaleur).

Ces gisements sur les opérations transverses n'incluent pas non plus la **cogénération**, qui fait l'objet d'une estimation séparée. Le gisement d'économie d'énergie grâce à la cogénération est estimé à **5,2 Mtep** en 2010 par le CEREN au niveau national, soit une économie d'environ 25% sur les consommations transverses considérées (25 Mtep au niveau national). Toutefois, les différents gisements identifiés ne sont pas toujours additionnables.

²⁵ Voir la lettre du CEREN, mai 2010

La cogénération

La cogénération est la production simultanée de chaleur et d'électricité à partir d'un combustible – gaz, bois-énergie, etc. Elle permet de produire de l'énergie avec un rendement élevé (85% minimum). Ainsi, 100 kWh de gaz peuvent produire par cogénération 55 kWh de chaleur et 30% d'électricité. Cette technologie peut être particulièrement intéressante pour les industries qui ont des besoins importants de chaleur et d'électricité de manière relativement continue. Cela peut être le cas des industries agro-alimentaires par exemple.

De manière générale, les gains en efficacité énergétique dans l'industrie reposent sur :

- **L'amélioration des procédés existants** (procédés de fabrication et utilités) : optimisation des réglages, limitation des pertes, récupération de la chaleur...
- **L'investissement dans des équipements plus performants.**
- **Une meilleure gestion de l'énergie** : régulation et suivi énergétique.

► Focus sur les potentiels d'économie d'énergie et de GES des procédés

Il s'agit des améliorations techniques et de l'utilisation de nouvelles technologies permettant d'améliorer sensiblement l'efficacité énergétique des procédés de fabrication industriels.

Les gisements d'économie d'énergie des procédés sont potentiellement très élevés : les gains unitaires vont de 20% à 90%. Ils concernent :

- Les usages thermiques : combustion (fours), séchage
- Les autres procédés : chimie, plasturgie, mécanique, agro-alimentaire.





Les actions possibles sont très variées selon les procédés et les secteurs industriels, la maturité des options technologiques économes et la rentabilité de celles-ci étant très différentes selon les filières industrielles.

Les BREF

Les leviers possibles sont détaillés dans les **BREF (Best REFERENCES Documents)**, qui présentent les **MTD (Meilleures Techniques Disponibles)** dans les différents secteurs industriels. Des BREF « génériques » sont également disponibles : BREF Grandes installations de combustion, et BREF Efficacité Énergétique notamment²⁶. Ces documents présentent les meilleures techniques industrielles au regard des enjeux environnementaux au sens large (consommations d'énergie, rejets de polluants, économies de ressources...).

Parmi les enjeux importants au niveau des procédés, peuvent être cités :

- l'amélioration de l'efficacité des échangeurs thermiques, qui reste un axe majeur d'accroissement des performances des procédés ;
- l'intégration de plusieurs fonctions dans un même équipement, comme cela est le cas avec les échangeurs réacteurs qui combinent les fonctions transferts thermiques et réaction chimique dans un même dispositif. Le gain d'efficacité attendu est associé à une réduction de la production des déchets et un accroissement de la sûreté du dispositif ;
- le développement d'outils de diagnostic permettant d'anticiper les opérations de maintenance et de limiter les pertes d'efficacité des équipements et des systèmes comme, par exemple, les sondes d'encrassement.

²⁶ Les BREF sont disponibles sur le site de l'INERIS, dans la partie dédiée à l'application de la Directive IPPC.

► Focus sur les potentiels d'économie d'énergie et de GES des usages transverses

Les actions les plus prometteuses parmi les 63 actions étudiées par le CEREN en 2010²⁷ :

- Pour les moteurs, l'usage de variateurs électroniques de puissance ou de moteurs synchrones à aimants permanents apparaît déterminant (plus de 20 TWh d'économies).
- En matière d'air comprimé, de ventilation et de réseaux, la réduction des fuites générerait des économies substantielles (plus de 5 TWh au total).
- L'installation d'un réchauffeur d'air, d'un économiseur et une attention particulière portée à la propreté des surfaces d'échanges réduiraient sensiblement les pertes en chaufferie (plus de 5 TWh d'économies au total).
- En ce qui concerne le pompage, des opérations d'optimisation du réseau hydraulique généreraient 1,5 TWh d'économies.
- Quant à l'éclairage, l'usage de luminaires à haut rendement permettrait d'économiser 1,3 TWh d'électricité.

Exemples d'actions identifiées parmi les 7 domaines d'économie d'énergie dans les opérations transverses étudiées par le CEREN en 1999 :

- **La production de fluides caloporteurs** : Les actions portent sur l'amélioration du rendement des chaudières, elles passent par la mise en place d'échangeurs de récupération sur les fumées pour le préchauffage de l'eau ; d'échangeurs sur les fumées pour le préchauffage de l'air (comburant) ; d'une gestion automatisée du parc de chaudières par un système d'autorégulation ; à des économiseurs et des réchauffeurs d'air pour récupérer le maximum d'énergie des fumées.

²⁷ Lettre du CEREN, mai 2010

- Le transport et la distribution des fluides caloporteurs** : Ces actions visent essentiellement à limiter les pertes thermiques (le calorifugeage des réseaux de fluides caloporteurs permet une réduction des pertes de 25%, l'optimisation des purgeurs sur les réseaux de vapeur assure une réduction des pertes thermiques de 15%, la récupération des condensats avec réinjection en chaudière permet de réduire de 10% les pertes).
- Le chauffage des locaux** : Comme dans les secteurs résidentiels ou tertiaires, l'efficacité du chauffage est un levier important. L'industrie présente souvent des spécificités défavorables (gros volumes, transit fréquent avec l'extérieur...). Le gisement estimé concerne uniquement le renouvellement des systèmes de chauffage par des systèmes plus performants et la régulation des systèmes pour ajuster les consommations aux besoins en chauffage et en climatisation (la réhabilitation thermique des bâtiments n'est pas prise en compte).
- La production de froid** : Elle concerne particulièrement les industries agroalimentaires pour lesquelles la production de froid peut représenter plus de 50% de la consommation électrique. La production de froid se fait principalement par machine frigorifique avec compresseur. Les actions portent sur le dimensionnement des installations ; la conduite de ces installations ; et l'optimisation des différents matériels avec notamment la récupération de chaleur (sur condenseurs, par échangeur...) et le changement de mode de distribution du froid. Le potentiel d'économie d'énergie est très variable suivant le secteur d'activité et les actions réalisées. Il peut représenter 10% à 20% de la consommation d'électricité. Sur la récupération de chaleur, ce potentiel interfère avec celui identifié pour le chauffage des locaux ou la production d'eau chaude. L'isolation thermique des zones réfrigérées pour limiter les déperditions permet également des économies non négligeables.
- La production d'air comprimé** : L'air comprimé est très utilisé en milieu industriel. Il peut représenter jusqu'à 30% des consommations d'électricité, et les pertes (moteur, compresseur, transmission, outils) peuvent représenter jusqu'à 85% de cette consommation. Des économies peuvent être générées par un

meilleur suivi, l'optimisation des circuits de fluide (adaptation au besoin, évitement des pertes de charge inutiles), et une bonne maintenance (fuites, nettoyage des filtres...).



- L'éclairage** : Les gains d'efficacité sont encore largement possibles. Il s'agit d'optimiser les apports de lumière naturelle, d'utiliser des lampes à basse consommation, mais aussi, et d'éviter les sur-éclairages (utilisation de systèmes de régulation automatiques). Une économie de 15% à 70% peut être atteinte suivant la situation de référence et les choix technologiques retenus. Certaines solutions techniques, comme la programmation horaire ou les détecteurs de présence ont un temps de retour très intéressant, généralement inférieur à 1 an.
- Les moteurs** : Des gains très importants sont possibles, notamment en dimensionnant correctement la machine, en utilisant des moteurs à meilleur rendement et des variateurs de vitesse, ainsi qu'en assurant une bonne maintenance de l'installation.



► Evaluation du potentiel d'économie d'énergie et de GES pour l'industrie régionale

L'évaluation du potentiel d'économie d'énergie et de GES en Provence-Alpes-Côte d'Azur est délicate, pour les raisons suivantes :

- Le poids important de certains sites industriels, dont le potentiel d'économie d'énergie est mal connu (Arcelor Mittal par exemple).
- Le bilan Energ'air des consommations d'énergie de l'industrie ne fournit pas les consommations à un niveau de détail suffisant pour pouvoir y appliquer les ratios de potentiels d'économie d'énergie moyens calculés par le CEREN.
- Les potentiels d'économie d'énergie moyens restent incertains (quelle est la part déjà mobilisée, la part réellement mobilisable par les sites régionaux ?).

Le potentiel d'économie d'énergie présenté ci-dessous est donc à considérer avec précaution, et nécessite d'être affiné dans les années à venir.

Concernant les procédés de fabrication, la base de données Energ'air permet d'identifier les consommations d'énergie et les émissions de GES de deux principaux secteurs :

- Métallurgie et transformation des métaux (NCE 15 à 18 ?)
- Industrie des produits minéraux (ciments, plâtre et chaux, industrie du verre, autres matériaux de construction) (NCE 19 à 22 ?)

Concernant les usages transverses, la base Energ'air identifie uniquement les chaudières et les moteurs.

Le manque de données ne permet pas d'analyse plus fine. Une autre alternative aurait été d'appliquer les ratios nationaux à la consommation totale régionale (gisement process =16%, gisement usages transversaux =7%).

Tableau 12 : Estimation des gisements d'économie d'énergie dans l'industrie en région

Procédé / utilités	Hypothèse (source CEREN si disponible)	2007 (ktep)	Potentiel (ktep)
Métallurgie - fonderie	Potentiel de 13,25% sur les procédés (Source : CEREN 99)	1536	204
Industrie des matériaux	Potentiel de 18% sur les procédés (Source : CEREN 99)	252	45
Chaudières	Hypothèse : potentiel d'économie de 35%	2382	834
Moteurs	Potentiel de 6% sur les moteurs (Source CEREN 99)	716	43
Autres	Hypothèse : 10%	593	59
TOTAL en ktep	Potentiel estimé total : -22%	5480	1185

Le potentiel estimé ci-dessus correspond à une **économie de 22% sur les consommations finales d'énergie**, à périmètre d'activité identique et production constante.

Cependant, l'évolution future des consommations d'énergie et de GES de l'industrie régionale repose essentiellement sur le devenir de quelques très grosses industries.

A moyen terme la pérennisation de ces industries et le maintien de leur compétitivité passera nécessairement par des innovations et des ruptures technologiques telles que la valorisation et le stockage du CO₂, ou l'acier à l'hydrogène.





3.2 LES ENJEUX DE L'INDUSTRIE

Les enjeux industriels en termes d'énergie et d'émission de GES sont très différenciés selon les tailles d'industrie :

- **Les IGCE, Industries Grosses Consommatrices d'Energie (sidérurgie, métallurgie, raffinage, ciment et chaux, chimie, papier-carton)** : ces industries sont très majoritairement soumises à quotas, et sont déjà organisées pour répondre à cette contrainte et diminuer fortement leurs consommations d'énergie et leurs émissions de GES. Pour les industries très intensives en énergie, la démarche de progrès en termes d'efficacité énergétique est déjà intégrée, car il s'agit souvent d'un poste de dépense important, et les investissements en faveur des économies d'énergie sont rapidement rentabilisés.
- **Les industries artisanales diffuses** pour lesquelles le paramètre énergie est souvent moins déterminant dans leur structure de coûts : ces industries peuvent avoir besoin d'un accompagnement pour diminuer leur intensité énergétique.

3.2.1 UN BESOIN D'AMELIORATION DE LA CONNAISSANCE DES CONSOMMATIONS ET EMISSIONS DE L'INDUSTRIE

Le besoin d'amélioration de la connaissance des consommations de l'industrie se situe à deux niveaux :

► Amélioration de la connaissance au niveau de chaque site

Intégrer le suivi de l'énergie dans le système de management de la qualité et de l'environnement : Depuis juillet 2009, un SME – Système de Management de l'Energie – est normalisé : il faut inciter les entreprises à le pratiquer ou au minimum s'en inspirer. La définition d'un « tableau de bord énergie » adapté à chaque entreprise peut permettre de déceler les

dysfonctionnements et d'éclairer les choix énergétiques lors des investissements (et éventuellement d'alimenter une base de données régionale).

Ainsi, **des gains de l'ordre de 5 à 10% sont possibles grâce à une meilleure gestion, sans investissement lourd.**

► Amélioration de la connaissance au niveau régional

Le travail réalisé par l'ORE et Air PACA (base Energ'air) a permis d'avoir une vision plus complète des consommations et émissions de l'industrie pour l'année 2007, mais cette base n'est actualisée que tous les 3 ans et ne permet pas d'obtenir un détail fin par secteur et par usage.

La mise en place d'indicateurs et d'outils de suivi régional, permettant d'évaluer plus finement le potentiel d'économie, permettrait une action plus ciblée, notamment auprès du secteur industriel diffus.

3.2.2 DES ENJEUX ECONOMIQUES

Les problématiques économiques du secteur industriel sont diverses : elles concernent à la fois la pression croissante du système européen des quotas, les leviers en termes d'investissement, et les opportunités économiques pouvant découler de la dynamique d'amélioration de l'efficacité énergétique.

► Le système des quotas : un puissant levier et un risque pour l'industrie régionale

Une très large part des émissions de GES de l'industrie en Provence-Alpes-Côte d'Azur sont ou seront couvertes par le système des quotas. Ce levier est un facteur de changement important (accélération de l'innovation, substitution d'énergie...), mais il constitue aussi une pression supplémentaire pouvant mettre en péril le maintien de certaines activités sur le territoire.



Cette pression sur l'industrie régionale, liée au renchérissement des coûts de l'énergie et à la contrainte carbone, constitue donc **un enjeu de taille en termes d'économie et d'emploi.**

» La problématique de la capacité d'investissement

Pour les gros industriels, la capacité d'investissement vis-à-vis des montants en jeu constitue un frein, d'autant que la faible visibilité sur l'activité peut générer une difficulté à s'engager dans la durée.

Pour les PMI, pour lesquelles les coûts énergétiques représentent une faible part du chiffre d'affaires, les problématiques se situent au niveau de la sensibilisation aux enjeux de l'énergie, mais également au niveau de la difficulté pour lever les financements. Une garantie de performance des actions mises en œuvre pourrait constituer un levier.

» La recherche d'efficacité énergétique correspond à une contrainte réglementaire croissante, mais constitue aussi une opportunité

La recherche d'efficacité énergétique du secteur industriel répond à des contraintes réglementaires croissantes et représente des coûts d'investissement supplémentaires, mais peut aussi générer des **avantages économiques** :

- réduction des coûts d'exploitation et amélioration de la profitabilité et de la compétitivité des entreprises
- gains en matière d'efficacité et de performance des procédés : amélioration de la productivité et de la durée de vie des équipements
- valorisation du patrimoine de l'entreprise
- gains en termes d'image
- développement de nouveaux produits et services (« croissance verte ») et créations d'emplois associés

- réduction de la vulnérabilité à la hausse des prix de l'énergie
- réduction de la pollution atmosphérique, diminuant ainsi les problèmes de santé publique et les dépenses en matière de lutte contre les pollutions.

En termes d'emplois, comme l'a souligné le comité Grenelle sur les métiers de la croissance verte²⁸, il existe un **potentiel de développement de nouvelles filières industrielles et de nouveaux métiers créateurs d'emplois**, ainsi qu'un besoin de « verdissement » de quasiment tous les métiers (nouvelles compétences au sein de métiers existants).

Les efforts en matière d'efficacité énergétique doivent aussi s'accompagner d'une généralisation de **l'approche en coût global**, coût calculé sur l'ensemble du cycle de vie de l'équipement, en incluant la consommation d'énergie sur la période.

3.2.3 ENJEU SANITAIRE: REDUCTION DE LA POLLUTION DE L'AIR

Les principaux polluants émis par le secteur industriel (y compris traitement des déchets) et les installations de production d'énergie sont :

- Le dioxyde de soufre (72%)
- Le monoxyde de carbone (53%)
- Les particules fines PM10 (32%)
- Les oxydes d'azote (28%)
- Les particules fines PM2.5 (25%)

Certaines industries, notamment les industries du papier, sont également des sources importantes de nuisances olfactives.

Le pôle industriel de Fos sur Mer et du pourtour de l'étang de Berre est la principale zone industrielle du territoire régional, où sont implantées les grandes entreprises :

²⁸ *Plan de mobilisation des filières et des territoires pour le développement des métiers de la croissance verte, MEDDTL, 2010.*





- de la sidérurgie (ARCELOR MITTAL et ASCOMETAL à Fos) ;
- du raffinage (INEOS à Lavéra, LYONDELLBASELL à Berre, ESSO à Fos et TOTAL à La Mede) ;
- de la chimie et de la pétrochimie (CPB à Berre, NAPHTACHIMIE à Martigues, ARKEMA à Fos et à Martigues, LYONDELLBASELL à Berre) ;
- de l'aéronautique (EUROCOPTER à Marignane, DASSAULT AVIATION à Istres) ;
- de la production d'énergie (centrale thermique EDF à Martigues / Ponteau) ;
- des produits minéraux (Salins du midi et Salines de l'est à Salins-de-Giraud et Berre l'Etang, Compagnie industrielle Fillers et chaux à Fos) ;
- de l'incinération des déchets industriels (SOLAMAT MEREX à Fos et Rognac, EVERE à Fos) ;
- du papier et du carton (Fibre Excellence à Tarascon) ;
- de stockage d'hydrocarbures (DPF, SPSE, terminal de Crau,...), de produits chimiques et de gaz (GDF, Air liquide, Primagaz, Géogaz) ;
- des peintures et vernis (Jefco Dufour à Berre).

D'autres sites industriels présentent des enjeux pour la qualité de l'air :

- Vallée du Paillon : située au nord-est de Nice, cette vallée abrite deux cimenteries et trois carrières. Leur activité et le trafic poids-lourds induit sont une source notable de particules en suspension.
- Zone de Grasse : les usines des parfumeurs de Grasse, regroupées autour de la ville, sont une source régulière de problèmes d'odeurs.
- Bassin de Gardanne : cette zone regroupe un cimentier, une usine d'aluminium, une centrale thermique et une carrière, activités génératrices de particules.
- Vallée de l'Huveaune : située au cœur de l'agglomération marseillaise, les sites industriels sont à proximité directe de la population. La production de Rilsan (plastique produit à partir d'huile de ricin), notamment, est à l'origine d'émissions notables de benzène, même si elles ont baissé ces dernières années.

- Château-Arnoux Saint-Auban : le site industriel, en cours de mutation, employait jusqu'à récemment un procédé à base de mercure.
- Carrières : des carrières sont implantées dans toute la région, avec une émission de particules en suspension souvent importantes sur leur environnement proche.

Point de vigilance : Certaines actions de maîtrise de l'énergie peuvent avoir un effet négatif sur les émissions de polluants, et inversement : ces interactions possibles sont systématiquement signalées dans les BREF.

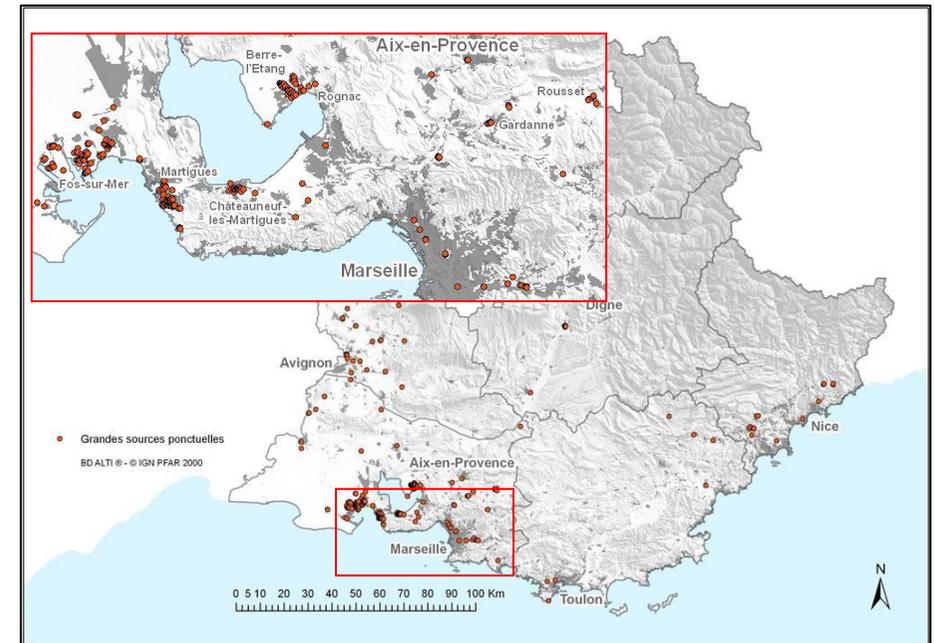


Figure 43 : Localisation des Grandes Sources Ponctuelles (GSP) d'émissions polluantes en Provence-Alpes-Côte d'Azur / Zoom Etang de Berre (Source Air PACA)



3.2.4 ENJEUX TECHNOLOGIQUES ET DE R&D

►► L'amélioration des procédés et le développement de la récupération de chaleur

L'amélioration de l'efficacité énergétique des **procédés** (raffinage, métallurgie, fonderie, matériaux...) et des **utilités** (chaleur, froid, air comprimé...) constitue le premier axe d'action.

La **substitution de sources d'énergie fossiles** par des énergies moins émettrices ou renouvelables, si elle ne contribue pas forcément à une meilleure efficacité énergétique, permet de limiter les émissions de gaz à effet de serre du secteur.

La **cogénération**, de par le rendement énergétique global qu'elle permet, représente également un potentiel important d'économie dans l'industrie.

La **récupération de chaleur** : Le gisement de récupération de chaleur est potentiellement très important. Il est la résultante d'une offre de chaleur et d'un besoin dans le même lieu : ce gisement peut être exploité au maximum en optimisant le fonctionnement de chaque industrie, mais aussi en mutualisant les besoins de chaleur sur une zone (utilisation du gisement de chaleur fatale)²⁹.

Les actions et leviers potentiels d'économie d'énergie sont accessibles selon des pas de temps différents :

- Un certain nombre d'actions immédiates peuvent être entreprises (mesures faciles à mettre en œuvre et dont le temps de retour sur investissement est court).
- À court terme (quelques années) : actions liées aux opérations de gros entretien remplacement de routine de certains équipements par exemple (profiter des **renouvellements d'équipements** et

gros investissements pour favoriser la pénétration des technologies les plus performantes).

- À moyen et long terme : actions mises en œuvre sur la base de réflexions plus globales des industriels sur leurs procédés, nouvelles technologies (recherche et développement).

►► L'enjeu de la recherche et développement : vers des technologies de rupture

La **recherche et développement** est un enjeu important, afin de permettre à court et moyen terme l'optimisation des procédés et technologies existantes : l'ADEME cite ainsi par exemple les procédés de séchage, déshydratation, concentration, séparation, production et utilisation de froid industriel... Auxquels s'ajoutent les technologies de fours, échangeurs, contrôle-commande, production décentralisée d'énergie, et à plus long terme le développement de technologies de rupture, par exemple l'intensification des procédés, l'utilisation de nouveaux solvants ou catalyseurs (fluides supercritiques, liquides ioniques...), les changements d'échelles (échangeurs à micro-canaux, micro-fluidique...), ou encore l'utilisation du vecteur énergétique hydrogène.

Pour les industries très émettrices de GES sur le pourtour de l'étang de Berre, le **captage et stockage du carbone** est également une option à envisager à moyen terme.

²⁹ Une étude du gisement de chaleur fatale en France a été lancée en 2011 par l'ADEME





4 AGRICULTURE ET USAGE DES SOLS

4.1 ELEMENTS DE CONTEXTE

L'agriculture de la région Provence-Alpes-Côte d'Azur, bien qu'occupant un espace relativement restreint et en constante diminution, n'en reste pas moins très diversifiée, présentant même un certain nombre de spécificités (culture de la lavande, du riz en Camargue, etc.).

Les principales cultures de la région sont les suivantes :

- La vigne, principalement dans le Vaucluse (vallée du Rhône, Luberon) et dans le Var.
- Les céréales, dans les Bouches-du-Rhône (Camargue, pays d'Aix), Vaucluse (vallée du Rhône) et Alpes-de-Haute-Provence.
- Les vergers, comprenant notamment les oliveraies, disséminés dans toute la région, tels ceux des zones arboricoles du Vaucluse, du nord des Bouches-du-Rhône et de la vallée de la Durance.
- Les légumes, dans le Vaucluse (vallée du Rhône).
- Les plantes aromatiques et à parfum, dans le Var et les Alpes-de-Haute-Provence, notamment la lavande.
- D'importantes surfaces de prairies dans les Hautes-Alpes.

La sylviculture, concentrée essentiellement dans le Var et les trois départements alpins, occupe un espace beaucoup plus conséquent et en extension. Cette caractéristique régionale a un impact en termes de bilan des émissions de CO₂, les forêts en extension jouant le rôle d'importants puits de carbone.

4.2 BILAN REGIONAL

4.2.1 BILAN DES CONSOMMATIONS FINALES DIRECTES DU SECTEUR AGRICOLE

Le secteur agricole ne représente qu'une faible part de la consommation énergétique régionale : environ 0,1 Mtep en consommation d'énergie finale sur un total d'environ 13,8 Mtep (hors transformation d'énergie), soit moins de 1% de la consommation finale directe de la région en 2007.

Répartition des postes de consommation énergétique dans l'agriculture

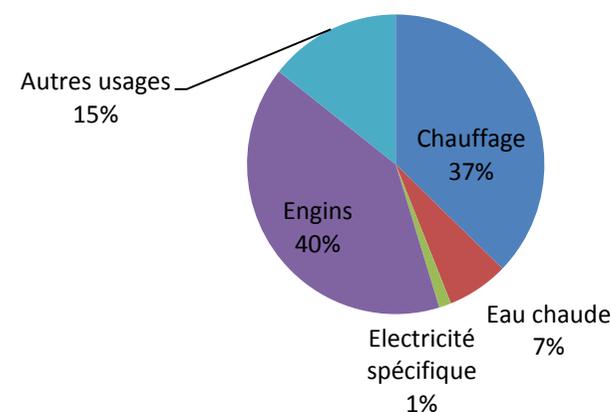


Figure 44 : Répartition des postes de consommation énergétique (Source : ARTELIA et Enviroconsult, d'après données Energ'Air)



Les engins agricoles, associé au chauffage des bâtiments d'élevage et des serres, représentent plus de 75% de la consommation énergétique du secteur.

4.2.2 LES PRINCIPALES SOURCES D'ENERGIE

Les engins agricoles et le chauffage constituant les principaux postes de consommation d'énergie, les deux principales sources d'énergie pour le secteur agricole sont les produits pétroliers et le gaz naturel.

Répartition des sources d'énergie dans la consommation finale de l'agriculture

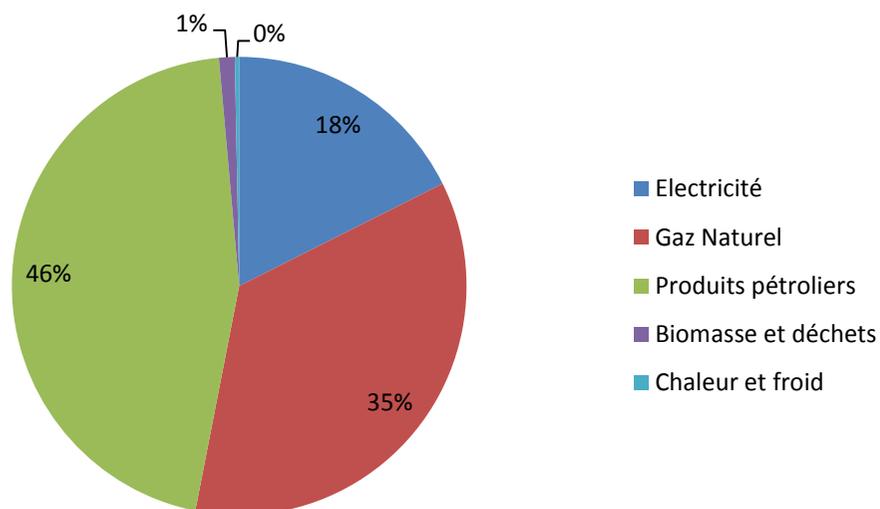


Figure 45 : Répartition des sources d'énergie dans la consommation finale (Source : ARTELIA et Enviroconsult, d'après données Energy'Air)

4.2.3 BILAN DES EMISSIONS DE GES ET DE POLLUANTS

Le secteur agricole représente environ **3% des émissions régionales**, avec **1,4 Millions de teq CO₂** sur un total de 47,7 Millions de teq CO₂ (total des émissions énergétiques et non énergétiques).

Ces émissions peuvent être d'origine énergétique ou non énergétique.

► Émissions liées à la consommation énergétique

Étant donnée la faible part du secteur agricole dans la consommation énergétique régionale, sa part dans le bilan des émissions de gaz à effet de serre liée à cette consommation est elle aussi très faible : environ **0,3 Millions de teq CO₂**, sur un total régional de plus de 40 Millions de teq CO₂, soit moins de 1% des émissions totale de GES liée à la consommation finale d'énergie.

L'essentiel de ces émissions est liée à l'usage des engins agricoles et au chauffage.

► Émissions non énergétiques

L'essentiel des émissions de gaz à effet de serre du secteur agricole sont issue de la production – via les activités d'élevage – ou de l'utilisation de produit azotés (engrais, lisiers, etc.). Ainsi, la majeure partie des émissions sont liées à la production de deux gaz : le **protoxyde d'azote (N₂O)**, qui représente près de **41% des émissions de GES du secteur** en région Provence-Alpes-Côte d'Azur ; et le **méthane (CH₄)**, qui représente également **41% des émissions agricoles**.

Au total, le secteur agricole émet environ 20% des émissions de CH₄ régionales et plus de la moitié de celles de N₂O.

► Les émissions de polluants atmosphériques

Les activités agricoles sont susceptibles d'émettre certaines **pollutions spécifiques**, comme la dispersion de pesticides, l'émission de particules en





suspension par le **brûlage** de déchets verts, ou encore la pollution liée aux engins agricoles.

En raison pour l'essentiel du travail des sols, le secteur agricole est le principal émetteur de composés organiques volatils (61%) et sa part dans les émissions de particules fines n'est pas négligeable (entre 15 et 20%).

À cela s'ajoutent les émissions liées à l'utilisation de produits phytosanitaires (en particulier dans les vergers et vignobles) : on notera sur ce point un manque de connaissance sur la concentration dans l'air et les effets de ces émissions.

4.3 UN ENJEU DE TAILLE : USAGE DES SOLS ET STOCKAGE DU CARBONE

Si le secteur agricole et sylvicole est une source d'émissions de gaz à effet de serre, il constitue également le seul secteur capable de stocker le carbone, en régulant l'usage des sols.

4.3.1 CONTEXTE ET DONNEES NECESSAIRES

» Définition

Le sol et la biomasse ligneuse (forêt pour l'essentiel) ont la capacité de stocker ou au contraire de libérer du carbone. Toute végétation stocke du carbone par le processus de la photosynthèse. Une partie de ce carbone se retrouve dans le sol pour former l'humus (résidus végétaux et organiques). La croissance des forêts permet également de stocker le carbone sous forme de bois.

Forêts et sols peuvent à l'inverse devenir des sources d'émissions de carbone, en particulier en cas de certains changements d'usage des sols : forêt / prairie → cultures / artificialisation. Concernant la forêt, certains événements extrêmes peuvent favoriser cette libération de carbone : incendie, tempête et canicule notamment.

» Les données nécessaires

Il convient, dans l'analyse, de bien distinguer le stockage lié au type d'usage du sol et celui lié au type de forêt.

► Usage du sol et stockage du carbone

Il faut distinguer, pour l'essentiel, quatre types d'occupation du sol :

- a. Espaces boisés.
- b. Prairies.
- c. Terres arables.
- d. Terres artificialisées.

En général, les deux premiers sont des puits de carbone et les deux autres des sources d'émissions. Toutefois, il convient de définir pour chacun d'eux :

- Le nombre d'hectares concernés dans la région
- Un ratio absorption (positif) / libération (négatif) de carbone par ha et par an.

► Type de forêt et stockage du carbone

Les forêts (et non le sol des espaces boisés) stockent également du carbone. Le ratio d'absorption / libération de carbone dépend de deux paramètres :

- a. L'âge de la forêt (plus la forêt est jeune, plus elle stocke du carbone).
- b. Le type d'essence composant la forêt (résineux, feuillus, etc.).



► État des lieux en région Provence-Alpes-Côte d'Azur (2005)

Bilan des émissions de CO₂ et de l'absorption par les puits de carbone en région Provence-Alpes-Côte d'Azur en 2007

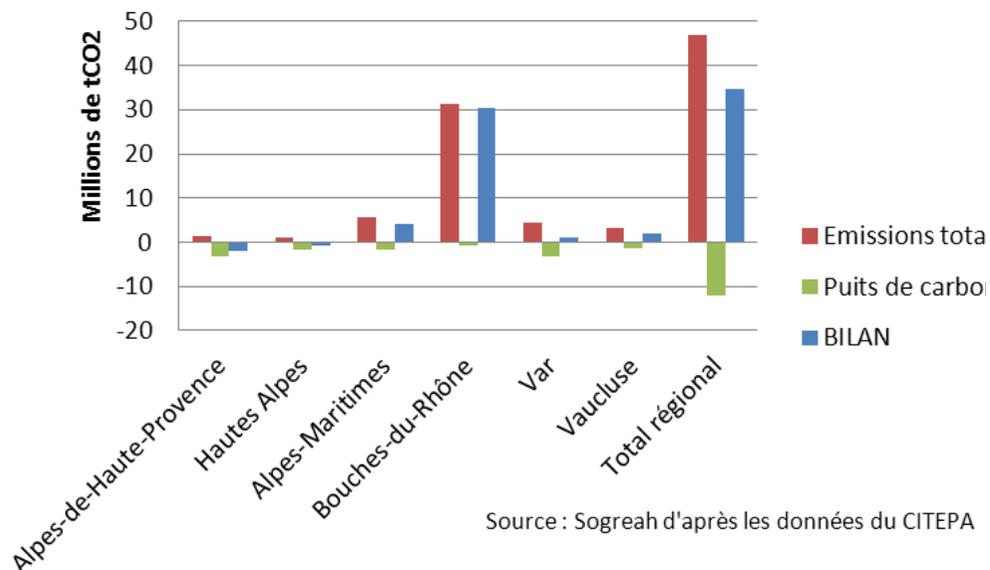


Figure 46 : Bilan des émissions et du captage du CO₂ (kt) par département (Sources : ARTELIA d'après l'inventaire départementalisé des émissions de polluants atmosphériques en France en 2000 (mise à jour 2005), CITEPA)

Certains départements en région Provence-Alpes-Côte d'Azur stockent plus de carbone qu'ils n'en émettent. C'est le cas des Alpes-de-Haute-Provence et des Hautes-Alpes, qui correspondent aux départements les moins industrialisés, les moins peuplés et les plus boisés. À l'inverse, les Bouches-du-Rhône concentrent l'immense majorité des émissions de CO₂ de la région (près de 88%). Il s'agit en effet du département le plus urbanisé et industrialisé.

4.3.2 ÉVALUER LA VARIATION DES PUIITS DE CARBONE : ETAT DES LIEUX DES DONNEES DISPONIBLES POUR LA REGION

L'enjeu consiste à évaluer l'évolution des puits de carbone dans les prochaines années. Cette évolution dépendra de deux paramètres :

- L'évolution de l'usage des sols.
- Les impacts du changement climatique sur la forêt (incendies et canicule).

► État des lieux des données sur l'évolution de l'occupation du sol

Plusieurs séries de données sont disponibles sur l'évolution de l'occupation des sols en région auprès d'acteurs tels que l'Agreste ou l'IFN.

L'Agreste réalise chaque année un bilan de l'occupation des sols, qui permet de rendre compte de cette évolution :

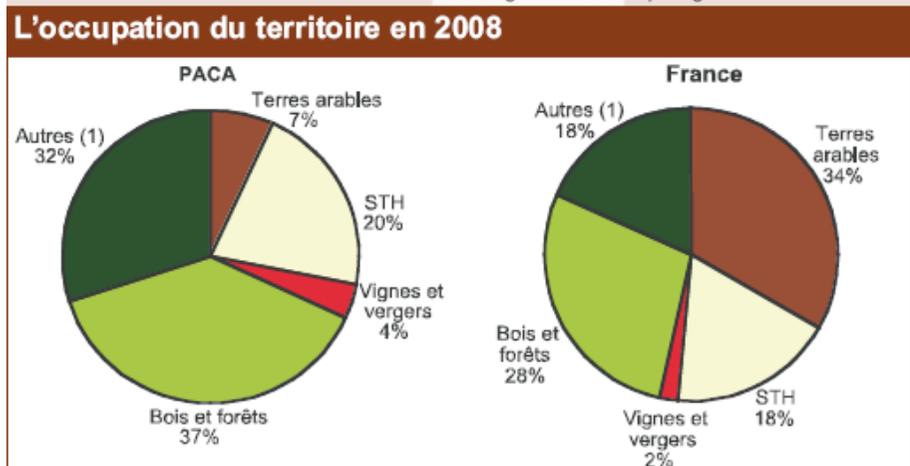




Tableau 13 : Statistique agricole annuelle, Memento 2008, Agreste, 2010

Le territoire régional en 2008							
(nombre)	Alpes Hte Pce	Htes Alpes	Alpes Marit.	BdR	Var	Vaucluse	PACA
Communes	200	177	163	119	153	151	963
Cantons	30	30	52	57	43	24	236
Arrondissements	4	2	2	4	3	3	18
Les superficies (1 000 ha)							
Superficie totale	695,8	569,0	429,3	525,5	603,3	357,5	3 180,4
SAU de PACA	247,4	223,2	95,8	153,8	101,5	131,6	953,3
dont SAU des exp. de PACA	149,1	90,4	55,1	157,2	93,3	122,5	667,6
dont terres arables	61,2	34,2	1,7	57,5	16,3	41,0	211,9
STH des exp. vignes	83,1	53,5	51,2	72,6	40,4	11,6	312,4
vergers	0,8	0,1	0,1	11,0	30,9	57,0	99,9
STH hors exp. vergers	3,6	2,5	1,9	15,9	5,0	10,8	39,9
STH hors exp. vignes	82,3	138,5	31,2	61,2	18,4	16,7	348,3
Bois et forêts (y c. peupleraies)	247,0	164,0	200,5	118,3	333,1	143,0	1 205,9
Autres territoires	201,4	181,8	132,9	253,4	168,6	82,9	1 021,1

Sources : Agreste - Statistique agricole annuelle et Insee



Source : Agreste - Statistique agricole annuelle

La Surface Agricole Utile (SAU) désigne les terres arables, les surfaces toujours en herbes (STH) et les cultures permanentes (vignes, vergers, etc.).

Les données de l'**Inventaire Forestier National (IFN)** apportent également des informations sur l'évolution de l'occupation des sols :

Tableau 14 : Données de l'IFN sur l'évolution de l'occupation des sols en région Provence-Alpes-Côte d'Azur entre 1980 et 2007

En milliers d'ha	1980	1990	2000	2005	2006	2007
Superficie agricole utilisée	1084	1054	1027	996	990	983
Territoire agricole non cultivé	311	321	273	255	256	257
Peupleraies, bois et forêts	1105	1 136	1175	1206	1206	1206
Territoire non agricole	679	669	706	723	728	735
Superficie totale	3180	3180	3180	3180	3180	3180

D'autres acteurs sont susceptibles de fournir des données sur l'occupation des sols, en particulier les **services techniques de l'État et des collectivités territoriales**.



► Bilan qualitatif

La diversité géographique (physique et humaine) du territoire de la région rend difficile toute démarche d'analyse quantitative précise et pertinente de la capacité des sols et des forêts du territoire à stocker le carbone. Toutefois, les données disponibles permettent de réaliser une première analyse qualitative.

► Une forêt en extension

La région Provence-Alpes-Côte d'Azur est la seconde région française la plus boisée, la forêt couvrant aujourd'hui près de 40% du territoire régional. Comme le montrent les données présentées plus haut, cette forêt est en expansion constante, ce qui se traduit par un accroissement du stockage du carbone. La diversité des essences et des situations géographiques qui caractérise cette forêt rend toute évaluation de ce stockage difficile.

L'espace occupé par les terres arables est très réduit comparativement au reste du territoire national. Ainsi, prairies (Surfaces Toujours en Herbes) et espaces boisés, qui sont les types d'occupation du sol les plus propices au stockage du carbone, couvrent près de 60% du territoire régional.

► La problématique de l'étalement urbain

Ce constat optimiste doit cependant être nuancé. Le phénomène très important d'étalement urbain qui caractérise la région, en particulier dans l'arrière-pays méditerranéen, se traduit en effet par une réduction de la capacité des sols à stocker le carbone. Cette croissance massive de l'artificialisation des sols (près de 22% entre 1988 et 1999) s'est produite pour l'essentiel aux dépens des terres agricoles, dont la capacité de stockage du carbone est importante.

On notera que cet étalement urbain, au-delà du stockage du carbone, a des conséquences néfastes sur le plan :

- des émissions de gaz à effet de serre : la périurbanisation se traduit en effet par un allongement des temps de transport et le recours quasi-exclusif au véhicule particulier.
- de la qualité de l'air : augmentation des émissions de polluants liés à aux transports.

- de l'adaptation : l'artificialisation des sols associée à l'étalement urbain se traduit, par exemple, par la multiplication des phénomènes d'îlots de chaleur urbains.

► La problématique des risques naturels et du changement climatique

Pour finir, il ne faut pas oublier que les forêts de la région sont soumises au risque incendie, en particulier dans l'arrière-pays méditerranéen. Or, un incendie de forêt se traduit par une libération relativement importante de CO₂ et de polluants.

Le changement climatique pourrait se traduire par une augmentation de la vulnérabilité à cet aléa et une remontée vers le nord des incendies (se référer au chapitre adaptation). Là encore, il est difficile d'établir une estimation claire des émissions de CO₂ qui pourraient être liées aux incendies de forêt dans les prochaines décennies. Des mesures d'adaptation des forêts devraient néanmoins permettre de réduire significativement cette vulnérabilité.

De même que pour le risque incendie, l'augmentation probable des épisodes de canicule pourrait se traduire par une réduction de la productivité des cultures et des forêts, avec pour conséquence une diminution de leur capacité à stocker du carbone.

Il est nécessaire de prendre en compte ces impacts du changement climatique dans l'analyse de l'évolution du stockage du carbone par les sols et les forêts.



4.4 POTENTIELS D'ECONOMIE D'ENERGIE

L'essentiel de la consommation énergétique du secteur agricole étant liée au chauffage des bâtiments et aux engins agricoles, ces deux postes de consommation concentrent les potentiels d'économie d'énergie les plus importants.

Cependant, la consommation énergétique du secteur agricole ne représente qu'une faible part de la consommation régionale, les potentiels de d'économie d'énergie ne sont donc abordés que de façon qualitative, accompagnés d'exemples concrets susceptibles d'apporter quelques pistes d'action.

4.4.1 LES ENJUS AGRICOLES

►► L'exemple de la mise en place de techniques culturales sans labour

L'enjeu pour la maîtrise de l'énergie consiste d'abord à réduire l'usage de ces engins, en valorisant une agriculture plus raisonnée réduisant le recours aux moyens mécaniques.

La production de végétaux requiert un ensemble d'opérations : le travail du sol (labour), l'implantation de la culture (semis) et différents traitements pour éviter les pertes de rendement liées aux ravageurs ou aux maladies, de la fertilisation et de la récolte. L'ensemble de ces opérations constitue un itinéraire culturel (ITK). Or, le labour est la principale action de travail du sol consommatrice de carburant.

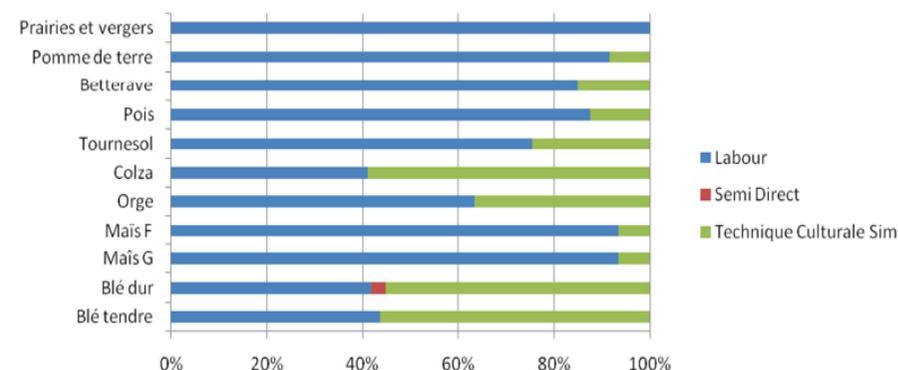


Figure 47: Itinéraires culturaux pour les principales cultures en 2005

Pour limiter les consommations liées à cette action et, en parallèle, réduire l'appauvrissement des sols, il existe deux techniques dites de « non-labours » :

- **Les techniques culturales simplifiées (TCS)** : techniques culturales sans labour, avec un travail superficiel du sol avant le semis.
- **Les semis-directs (SD)** : techniques reposant sur un travail du sol sur la ligne de semis. Aucune opération n'est réalisée en profondeur hors déchaumage.

Ces deux techniques reposent sur la rotation des cultures (de production ou intermédiaire), et sont notamment utilisées en agriculture biologique.

Ces différentes méthodes génèrent des économies de carburant plus ou moins importantes :

- Environ 30% en techniques culturales simplifiées
- Environ 50% en semis direct ou semis sous couvert



Les techniques culturales sans labour (TCSL) se sont développées dès la fin des années 1960. L'extension des surfaces est cependant restée limitée dans les années 1970 et elles ont quasiment disparu dans les années 1980. La réforme de la PAC a favorisé, dans les années 1990, le développement de ces techniques, qui se sont fortement développées depuis 2000 avec des degrés de simplification du travail du sol variés³⁰. En 2001, au niveau national, 16% des surfaces semées étaient en non-labour³¹.

Le développement de ces méthodes culturales constitue un important potentiel de maîtrise de l'énergie pour le secteur agricole.

► Efficacité énergétique des engins agricoles : l'exemple des bancs d'essai mobiles

La seconde source d'économie d'énergie concernant la consommation des engins agricoles consiste à améliorer leur efficacité énergétique.

En France, la consommation moyenne de carburant est d'environ 6 500 litres par exploitation. Les grandes cultures et l'élevage consomment plutôt 9 000 à 10 000 litre par an. La consommation est plus faible pour la viticulture, le maraîchage et l'horticulture, très présentes en région Provence-Alpes-Côte d'Azur.

Un diagnostic précis de l'état du moteur des engins permet d'identifier les dysfonctionnements et de les corriger par la suite, ce qui pourrait permettre d'améliorer le rendement des tracteurs et automoteurs et ainsi, de réduire les consommations énergétiques.

Les Bancs d'Essai Mobile (BEM) visent à réaliser ces diagnostics. À titre indicatif, en 2005, ces BEM (au nombre de 5 en France) ont mis en évidence que 50% des tracteurs diagnostiqués présentaient au moins une anomalie nécessitant un réglage ou une intervention. Ces moyens techniques d'évaluation de l'efficacité énergétique des engins agricoles restent peu développés en France et, a fortiori, en région Provence-Alpes-Côte d'Azur.

³⁰ Source : ADEME/Solagro, 2005, *Maîtrise de l'énergie et autonomie énergétique des exploitations agricoles françaises*.

³¹ Source : Agreste

De plus, il est également possible d'améliorer l'efficacité énergétique des engins agricoles en installant sur leur moteur un rétrokit. Enfin, le type de conduite impactant directement le niveau de consommation en carburant, l'éco-conduite constitue une piste de réduction de la consommation énergétique des tracteurs et autres engins agricoles.

4.4.2 AMELIORER L'EFFICACITE ENERGETIQUE DES BATIMENTS ET PROCEDES AGRICOLES

► Amélioration de l'efficacité énergétique des bâtiments d'élevage

Le chauffage des bâtiments d'élevage est un poste important de consommation énergétique (notamment dans les activités d'élevage de porcs et volailles).

Il est possible de réduire les consommations énergétiques des bâtiments en améliorant l'isolation des bâtiments, en intervenant sur le système de ventilation et en améliorant le système de chauffage.

► L'isolation des bâtiments agricoles et d'élevage

L'isolation des bâtiments à usage agricole ou pour l'élevage permet de réduire les consommations énergétiques des bâtiments destinés à l'élevage, la production et le stockage, en limitant les pertes caloriques.

► Le système de ventilation

Il s'agit de mettre en place un système d'extraction et de renouvellement d'air couplé à un échangeur de chaleur type VMC double-flux permettant par exemple d'économiser 80% d'énergie pour le chauffage des bâtiments³².

En outre, la mise en place d'un puits provençal permettrait de ramener la température de l'air entrant à celle du sol, notamment pour l'été.

³² Source SOLAGRO





► L'amélioration du système de chauffage

La mise en place d'un nouveau système de chauffage avec un rendement plus élevé peut permettre de réduire la consommation énergétique de l'ordre de 10 à 20%.

► Amélioration des équipements agricoles

Les équipements agricoles (chambres froides, pré-refroidisseurs, sécheurs...), peuvent également permettre d'améliorer l'efficacité énergétique des activités agricoles.

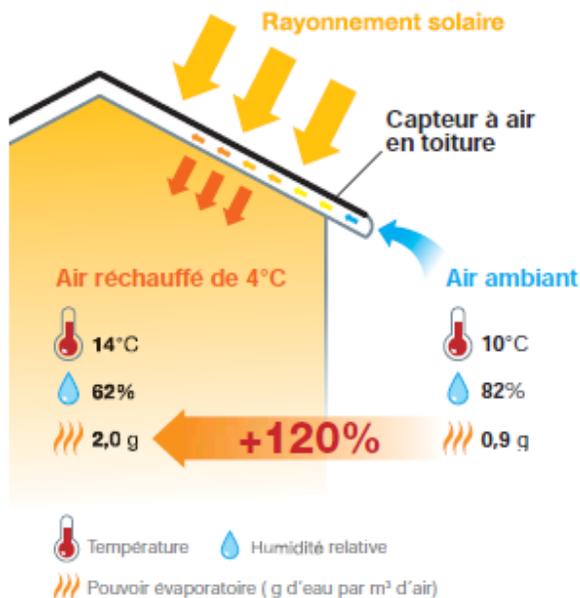


Figure 48: Croquis de présentation d'un séchoir solaire

L'exemple du séchage solaire

Le séchage solaire existe depuis les années 1970. Cela consiste à récupérer l'air chaud sous les toitures des bâtiments agricoles (équipées de capteurs solaires à air) grâce à un ventilateur, puis à le propulser à travers le produit à sécher. L'élévation de quelques degrés de la température de l'air ambiant (3-5°C en moyenne sur la journée) a pour effet d'augmenter le pouvoir évaporatoire de plus de 100%³³, ce qui suffit pour sécher de nombreux produits agricoles qui ont un besoin de séchage. C'est un séchage lent, basse température, efficace, car il nécessite peu d'énergie. Selon les produits, le solaire peut couvrir jusqu'à la totalité des besoins de chaleur pour le séchage.

Le séchage est particulièrement nécessaire pour la conservation des fourrages (plus le séchage de l'herbe est rapide, plus l'herbe conserve toute ses valeurs nutritives et alimentaires qu'elle avait sur pied) et la valorisation de l'herbe en foin à haute valeur alimentaire.

Cette technique permet de récupérer l'équivalent de 2 000 à 5 000 litres de fioul par an³⁴, grâce à l'accélération de la durée du séchage (entre 30 et 70% par rapport à une ventilation de l'air ambiant). Les économies sur l'électricité consommée par le ventilateur sont alors de 40 à 50%.

En France, il existe quelques séchoirs solaires, notamment en Midi-Pyrénées et dans le Grand-Ouest³⁵.

³³ Une hausse de température de l'air de 4°C engendre une hausse du pouvoir évaporatoire de 120%, d'après l'ADEME.

³⁴ Source : Note du PRELUDE 2000-2006

³⁵ ADEME/Solagro 2005



4.4.3 DEVELOPPEMENT D'UNE AGRICULTURE DURABLE

De façon plus transversale, un des enjeux du secteur est le développement d'une agriculture de qualité et de proximité, avec moins d'impacts négatifs sur l'environnement, et viable pour les producteurs, en visant notamment l'objectif du Grenelle de l'environnement d'atteindre 20% de la SAU en agriculture biologique pour 2020.

Le secteur agricole dispose également d'un potentiel important de développement des énergies renouvelables, notamment au travers de la valorisation énergétique de la biomasse agricole et de la méthanisation. Cet enjeu est abordé dans le chapitre relatif aux énergies renouvelables.





5 ENERGIES RENOUVELABLES

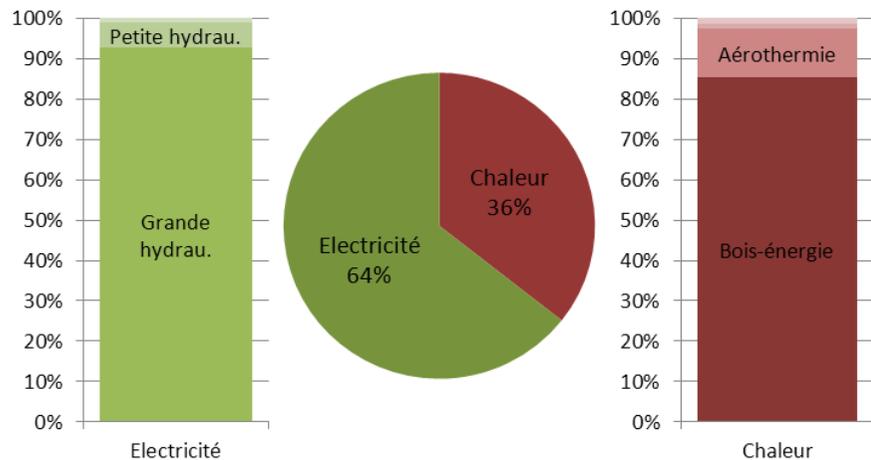
5.1 BILAN REGIONAL

5.1.1 EVOLUTION RECENTE ET TENDANCIELLE

La production d'énergie renouvelable régionale en 2009 est estimée à 16 TWh. La structure par filière de cette production reste proche de celle de 2007 avec deux points à noter :

- l'année 2009 a été particulièrement favorable à la production hydraulique,
- la croissance de la filière aérothermique sur la période 2007 – 2009 est significative.

Part des productions de chaleur et d'électricité renouvelable en 2009 en région Provence-Alpes-Côte d'Azur



SRCAE Provence-Alpes-Côte d'Azur (2011), Sogreah d'après données SOeS, ORE, BRGM, AFPAC, GERES, RTE, Observ'ER

Figure 49 : Bilan de production régional des énergies renouvelables en 2009

Le rythme actuel du développement des énergies renouvelables calculé sur la période 2005 – 2009 poursuivi sur les périodes 2009 – 2020 – 2050 fait apparaître une croissance très faible de la part des énergies renouvelables dans la consommation énergétique régionale, passant de 11% actuellement à 19% en 2050. Cette projection, purement mathématique, montre qu'il est nécessaire de générer une rupture de manière à accélérer la dynamique de l'ensemble des filières d'énergie renouvelable bien au-delà des filières historiquement développées.

Le scénario concernant la consommation finale régionale utilisé ici est le scénario régional tendanciel tel que présenté dans ce document.

Historique et évolution tendancielle des taux de couverture de la demande énergétique régionale par les énergies renouvelables et de la consommation régionale d'énergie finale

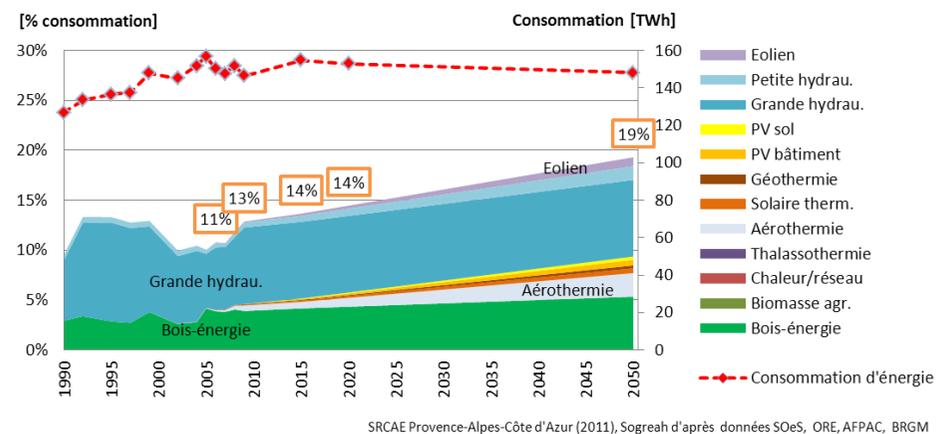


Figure 50 : Historique et évolution tendancielle des taux de couverture de la consommation finale régionale par des énergies renouvelables (Source : ARTELIA d'après SOeS)

Les parties suivantes détaillent les principales caractéristiques de chaque filière d'énergie renouvelable en donnant le bilan de production actuel, l'évolution tendancielle, les potentiels de développement ainsi que les atouts



et faiblesses de la filière. Dans cette partie, les potentiels additionnels sont définis comme la puissance ou le productible installé sur les périodes 2009 – 2020 et 2020 – 2030.

► Production d'électricité : Grande hydroélectricité

La grande hydroélectricité est définie dans ce présent document comme l'ensemble des installations de production d'électricité par conversion de l'énergie hydraulique des différents flux d'eau sur terre (fleuves, rivières, chutes d'eau,...) de puissance supérieure à 5 MW.

► Bilan de production

En 2009, la production annuelle d'hydroélectricité s'est élevée à **10 000 GWh** pour une puissance installée de **3000 MW** provenant de grands barrages et **200 MW** de petites centrales. Cela représente environ 15% de la production d'hydroélectricité en France. L'observation de la localisation des installations montre que la Durance est la principale contributrice de cette ressource.

Répartition des installations de grande hydraulique en région Provence-Alpes-Côte d'Azur à fin 2009 (en puissance)

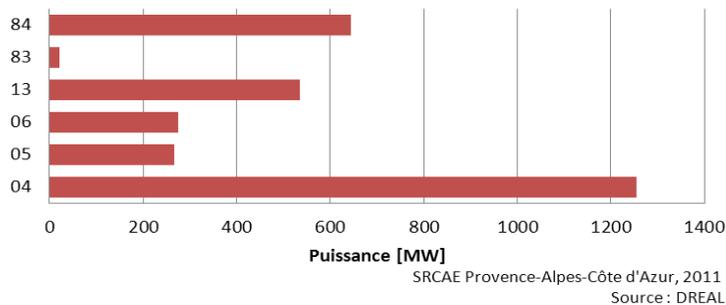


Figure 51 : Répartition départementale des installations de grande hydroélectricité. (Source : DREAL 2011)

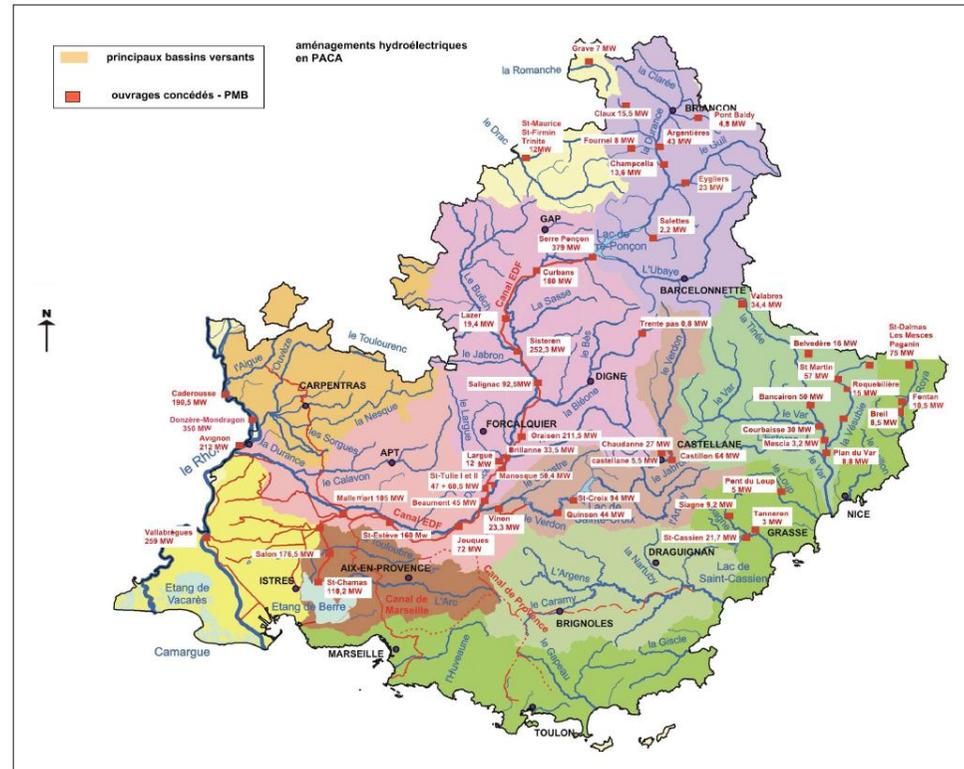


Figure 52 : Aménagements hydroélectriques en Provence-Alpes-Côte d'Azur (Source : Potentiel hydroélectrique résiduel mobilisable, CETE Méditerranée 2010)

La carte est reproduite en **Annexe 1** pour une meilleure lecture.

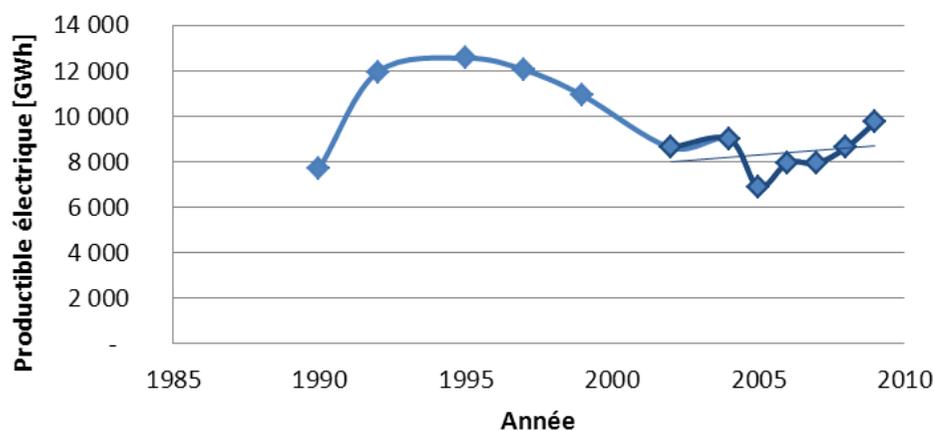


► Tendances

Après une forte baisse de la production à la fin des années 1990, celle-ci s'est stabilisée à un niveau d'environ 8 000 GWh/an. La chute s'explique par la conjonction des facteurs suivants : baisse de l'hydrologie, prise en compte des enjeux environnementaux - en particulier sur la fin du tronçon de la Durance -, contraintes d'usage - lâchers d'eau à d'autres fins que la production d'électricité. Une autre baisse de production est attendue en 2011, due au transfert d'une concession à la région Languedoc-Roussillon.

En 2008 et 2009, l'hydrologie a été particulièrement favorable, ce qui explique l'augmentation observée sur le graphique suivant.

Production de la grande hydraulique en région Provence-Alpes-Côte d'Azur



SRCAE Provence-Alpes-Côte d'Azur, 2011, Source : SOeS

Figure 53 : Production de la grande hydraulique (Source : SOeS)

► Perte de productible liée au relèvement des débits réservés

La loi sur l'eau de 2006 impose de nouvelles obligations applicables aux ouvrages existants à l'occasion du renouvellement des concessions, et au plus tard au 1er janvier 2014. Elle impose notamment de maintenir dans le cours d'eau à l'aval de l'ouvrage un débit réservé minimum qui est fixé au 10^{ème} du module du cours d'eau, pour l'essentiel des installations, et au 20^{ème} de ce module pour les ouvrages situés sur un cours d'eau dont le module est supérieur à 80 m³/s, ou pour les ouvrages hydroélectriques contribuant à la production d'électricité en période de pointe de consommation, listés par décret.

La perte de productible liée au relèvement des débits réservés est évaluée par EDF à 50 GWh sur les Alpes-Maritimes et 120 GWh sur la Durance et le Verdon.

► Potentiel

Selon l'étude *Potentiel hydroélectrique résiduel mobilisable* du CETE Méditerranée (2010), le potentiel technique additionnel brut – hors enjeux environnementaux – sur la région est de 1 550 MW dont 50 MW sont dits exploitables sans conditions particulières et 180 MW sous conditions strictes. Toutefois, le potentiel additionnel réalisable, prenant en compte l'ensemble des enjeux propres à chaque site identifié, donne un potentiel réduit à une seule nouvelle concession de 5 MW, sur le torrent du Gâ, dans les Hautes-Alpes.

Notons qu'un potentiel complémentaire existe sur l'amélioration des installations existantes, bien que non traité dans l'étude citée ci-dessus, ce potentiel complémentaire, lié à l'augmentation des débits réalisable dans des conditions technico-économiques et de sûreté satisfaisantes, est estimé par EDF sur la chaîne Durance-Verdon, de 65 MW à 90 MW de puissance supplémentaire.

L'article 44 de la loi de programme fixant les orientations de la politique énergétique (POPE) du 13 juillet 2005 autorise une augmentation de la



Puissance Maximale Brute des aménagements concédés ou autorisés jusqu'à 20 %, par déclaration à l'autorité administrative compétente, sans modification de la concession ou de l'autorisation, sous réserve de ne pas porter atteinte à la sûreté et à la sécurité des ouvrages.

Cette disposition réglementaire permet d'augmenter le potentiel énergétique de la chute concernée grâce au suréquipement des ouvrages existants ou à leur optimisation lorsqu'ils sont déjà dimensionnés pour accepter des valeurs supérieures de chute ou de débit.

L'augmentation des capacités de stockage en amont des ouvrages est une autre façon d'optimiser les installations existantes, en permettant de mobiliser leur puissance plus longtemps en période d'étiage.

La quasi-totalité du potentiel est donc d'ores et déjà exploité.

Atouts : Les techniques sont bien maîtrisées.

Faiblesses : Une ressource déjà fortement mobilisée et nécessitant des aménagements à fort impact et coûteux pour être étendue. Elle est aussi peu présente sur les territoires les plus consommateurs d'énergie.

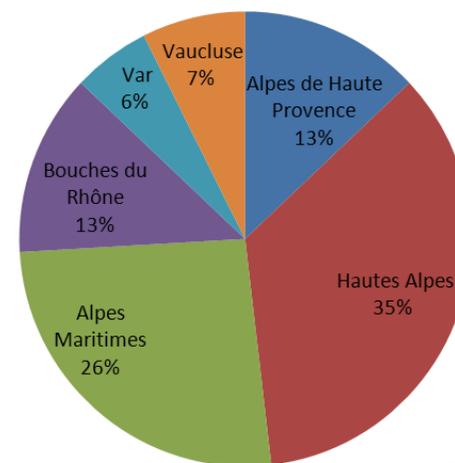
► Production d'électricité : Petite hydroélectricité

La petite hydroélectricité est définie dans ce présent document comme l'ensemble des installations de production d'électricité par conversion de l'énergie hydraulique des différents flux d'eau sur terre (fleuves, rivières, chutes d'eau,...) de puissance inférieure à 5 MW.

► Bilan de production

En 2009, la production annuelle de la petite hydroélectricité s'est élevée à **880 GWh** pour une puissance installée de **200 MW**. L'observation de la localisation des installations, montre que les Hautes-Alpes et les Alpes-Maritimes sont les départements principaux contributeurs de cette ressource.

Répartition des installations de petite hydraulique en région Provence-Alpes-Côte d'Azur (en nombre)



SRCAE Provence-Alpes-Côte d'Azur, 2011

Source : potentiel régional pour le développement de la petite hydroélectricité, GERES, ADEME

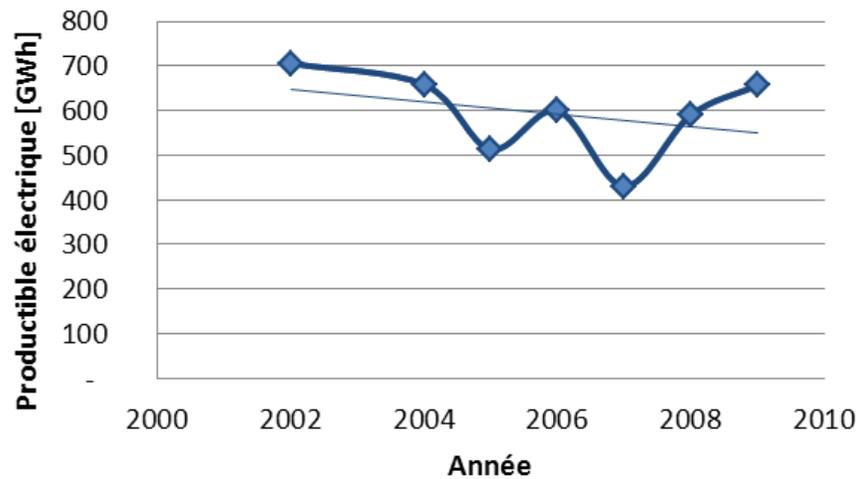
Figure 54 : Répartition des installations de petite hydraulique (Source : Potentiel hydroélectrique résiduel mobilisable, CETE Méditerranée 2010)



► Tendances

Les données de production ne sont disponibles que depuis 2002, et font apparaître de fortes variations d'une année sur l'autre dues principalement aux variations des conditions hydrologiques.

Production de la petite hydraulique en région Provence-Alpes-Côte d'Azur



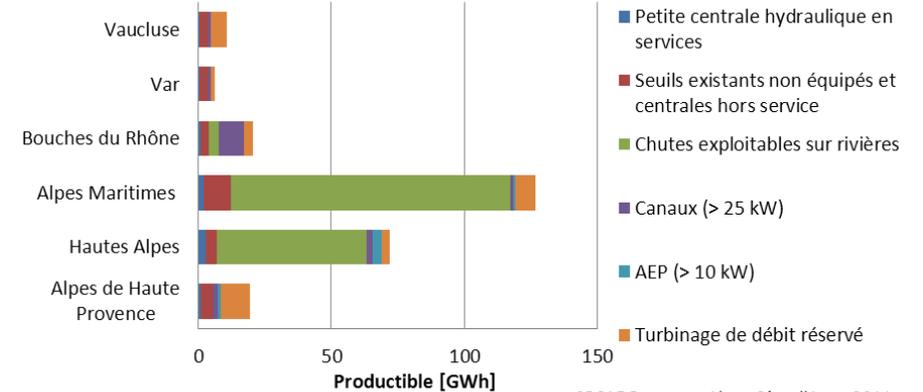
SRCAE Provence-Alpes-Côte d'Azur, 2011, Source : SOeS

Figure 55 : Production de la petite hydraulique (Source : SOeS)

► Potentiel

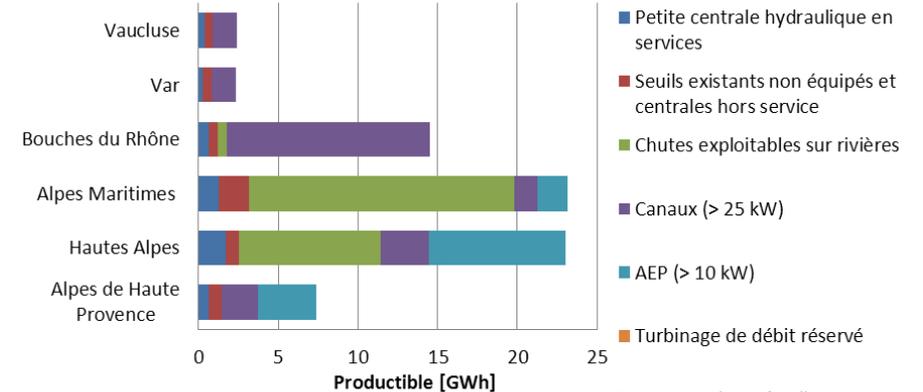
Selon l'étude du *potentiel régional pour le développement de la petite hydroélectricité* du GERES pour l'ADEME (2005), le potentiel additionnel réalisable à court terme, prenant en compte les contraintes environnementales ainsi que les améliorations et remises en services des installations existantes, est estimé à 56 MW pour un productible de 255 GWh/an. A ce potentiel, s'ajoute un potentiel réalisable à long terme estimé à 17 MW pour un productible de 73 GWh/an supplémentaire.

Potentiel additionnel 2009 - 2020 de la petite hydroélectricité par département de la région Provence-Alpes-Côte d'Azur



SRCAE Provence-Alpes-Côte d'Azur, 2011
Source : potentiel régional pour le développement de la petite hydroélectricité, GERES, ADEME

Potentiel additionnel 2020 - 2030 de la petite hydroélectricité par département de la région Provence-Alpes-Côte d'Azur



SRCAE Provence-Alpes-Côte d'Azur, 2011
Source : potentiel régional pour le développement de la petite hydroélectricité, GERES, ADEME

Figure 56 : Potentiel additionnel départementaux de la petite hydroélectricité (Source : GERES, ADEME)



78% du potentiel identifié à 2020 et 74% du potentiel identifié à 2030 sont d'ores et déjà exploités.

Il convient toutefois de noter que l'étude menée en 2005 par le GERES ne tient pas en compte du classement en cours des cours d'eau, ni de la faisabilité économique des projets.

Quoi qu'il en soit ce potentiel régional est cohérent avec les estimations de l'UFE, qui estime à 47MW le potentiel de développement hors des cours d'eau classés en liste 1, auxquels il faut ajouter le potentiel lié à l'amélioration des centrales en service, à l'équipement de seuils existants, à la remise en état de centrales hors-service, à l'équipement des canaux et des réseaux AEP et au turbinage des débits réservés, qui doivent rester des axes prioritaires de développement.

Atouts : Les techniques sont bien maîtrisées. Les projets sur canaux et réseaux communaux d'adduction d'eau potable sont facilement réalisables.

Faiblesses : Les exigences environnementales visant à réduire les perturbations des cours d'eau peuvent augmenter fortement les coûts.

► Production d'électricité : Photovoltaïque

L'énergie photovoltaïque est définie dans ce présent document comme l'ensemble des installations de production d'électricité par conversion de l'irradiation solaire au moyen de l'effet photovoltaïque. Cela inclut à la fois les installations en toiture et les centrales au sol. Toutefois, seules les installations raccordées au réseau sont considérées ici.

► Bilan de production

En 2010, la production annuelle d'électricité photovoltaïque s'est élevée à **135 GWh** pour une puissance installée de **115 MWc**. Cette production représente environ 14% de la production photovoltaïque en France en 2010. L'observation de la localisation des installations montre que les Bouches-du-Rhône, les Alpes-de-Haute-Provence, le Var, et le Vaucluse sont les principaux contributeurs. Toutefois si les petites installations représentent

une part significative pour trois de ces départements, ce sont à l'inverse les centrales au sol qui dominent dans les Alpes de Haute Provence.

Cela traduit à la fois les différences d'urbanisation et le développement récent des grandes installations et centrales au sol.

Répartition des installations photovoltaïques en région Provence-Alpes-Côte d'Azur à fin 2010 (en puissance)

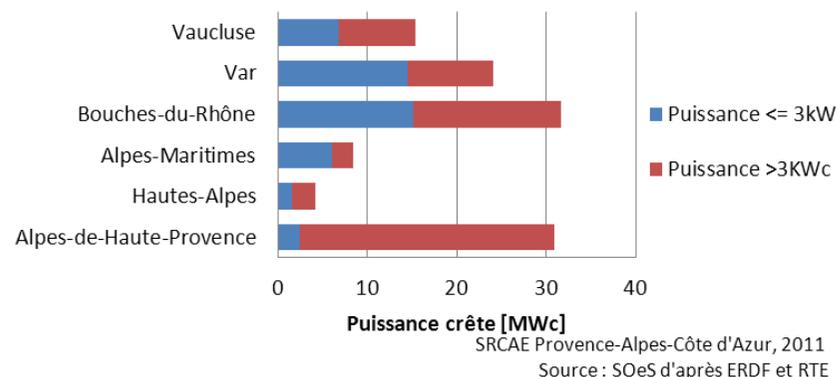


Figure 57 : Répartition des installations photovoltaïque (Source : SOeS d'après ERDF et RTE, 2011)

Une forte dynamique est observée ces dernières années avec une puissance de **530 MWc installée à fin 2012** (+40% par rapport à 2011), alors qu'à fin 2009, la puissance installée était de moins de 20 MWc.

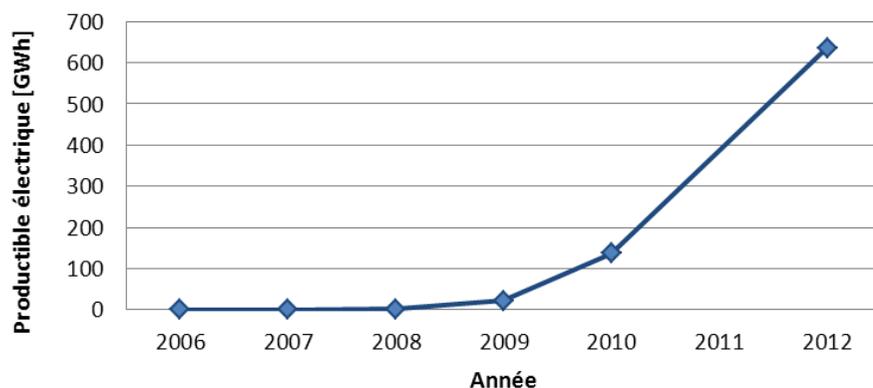
A titre d'information, le Bilan Prévisionnel 2012 de RTE prévoit une puissance photovoltaïque en service à l'horizon 2017 de 700 MWc sur la région.



► Tendances

Si la production de la filière a stagné à un niveau très faible de 2002 à 2006, elle suit une progression exponentielle de 2006 à 2012.

Production du photovoltaïque (bâtiment et sol) en région Provence-Alpes-Côte d'Azur



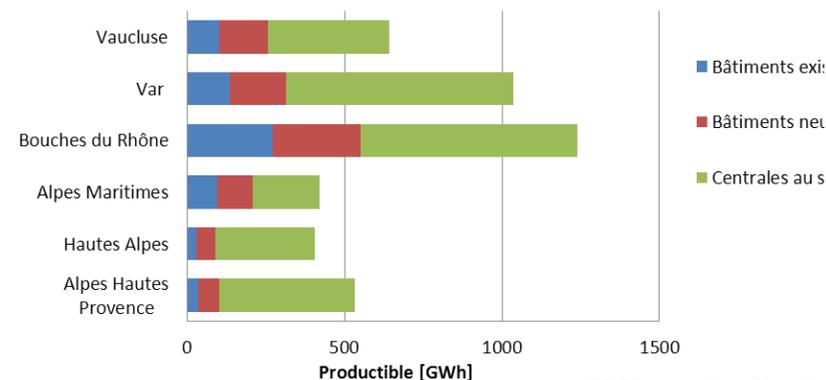
SRCAE Provence-Alpes-Côte d'Azur, 2013, Source : SOeS, d'après RTE et ERDF

Figure 58 : Production photovoltaïque (Source : SOeS d'après RTE et ERDF)

► Potentiel

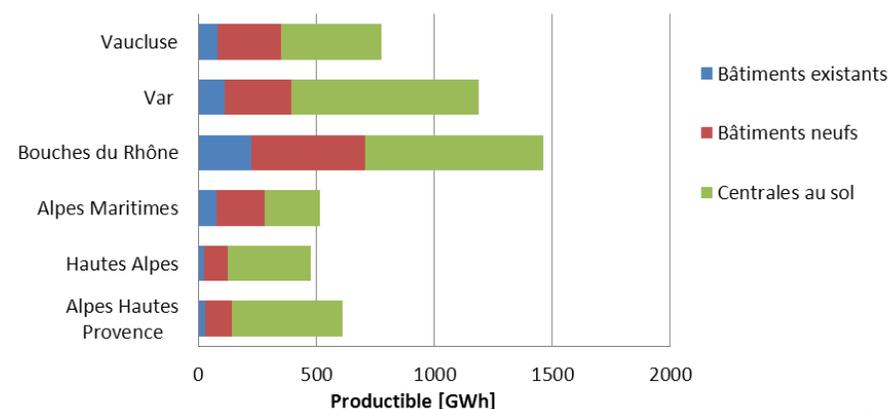
Selon l'étude du potentiel de production d'électricité d'origine solaire en Provence-Alpes-Côte d'Azur d'Axenne pour l'ADEME (2009), le potentiel additionnel réalisable à court terme (2020), prenant en compte les contraintes environnementales, paysagères et architecturales est estimé à 3 600 MW pour un productible de 4 300 GWh/an. A ce potentiel, s'ajoute un potentiel réalisable à moyen terme (2030) estimé à 3 700 MW pour un productible de 4 500 GWh/an supplémentaire.

Potentiel additionnel 2009 - 2020 du photovoltaïque par département de la région Provence-Alpes-Côte d'Azur



SRCAE Provence-Alpes-Côte d'Azur, 2011
Source : Sogreah d'après étude du potentiel de production d'électricité d'origine solaire (2009), AXENNE,

Potentiel additionnel 2020 - 2030 du photovoltaïque par département de la région Provence-Alpes-Côte d'Azur



SRCAE Provence-Alpes-Côte d'Azur, 2011
Source : Sogreah d'après étude du potentiel de production d'électricité d'origine solaire (2009), AXENNE, ADEME

Figure 59 : Potentiel additionnel du photovoltaïque (Source : AXENNE, ADEME, 2009)





Moins de 0,5% du potentiel de 2020 et à peine de 0,2% du potentiel de 2030 est exploité en 2009.

Atouts : Une bonne répartition de la ressource est identifiée. Une part importante de la production peut être localisée proche des lieux de consommation (installations en toitures et centrales en périphérie des zones urbanisées). Un potentiel de développement important existe.

Faiblesses : L'impact des centrales au sol, dont le potentiel est le plus important, ne peut être négligé. Les coûts de mise en place de cette filière sont actuellement élevés en comparaison à d'autres filières d'énergie renouvelable.

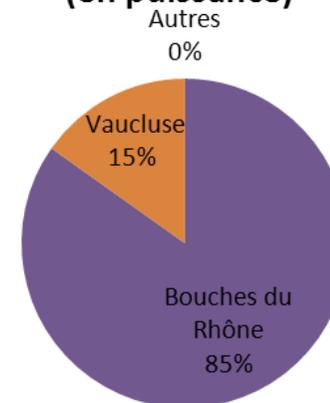
► Production d'électricité : Éolien terrestre

L'énergie éolienne terrestre est définie dans ce présent document comme l'ensemble des installations à terre de production d'électricité par conversion de l'énergie cinétique du vent. Toutefois, en l'absence de données concernant les éoliennes urbaines, seules les grandes éoliennes sont considérées ici.

► Bilan de production

En 2010, la production annuelle d'électricité d'origine éolienne s'est élevée à plus de **100 GWh** pour une puissance installée de plus de **45 MW**. Cette production représente environ 1% de la production éolienne en France. Elle est générée par quatre parcs éoliens essentiellement dans les Bouches-du-Rhône et dans le Vaucluse.

Répartition des installations éoliennes en région Provence-Alpes-Côte d'Azur (en puissance)



SRCAE Provence-Alpes-Côte d'Azur, 2011
Source : ORE d'après le SOeS

Figure 60 : Répartition des installations éoliennes (Source : ORE d'après le SOeS, 2011)



► Tendances

La filière a commencé son développement sur la région à partir de 2005 et suit une progression linéaire depuis.

Production de l'éolien en région Provence-Alpes-Côte d'Azur

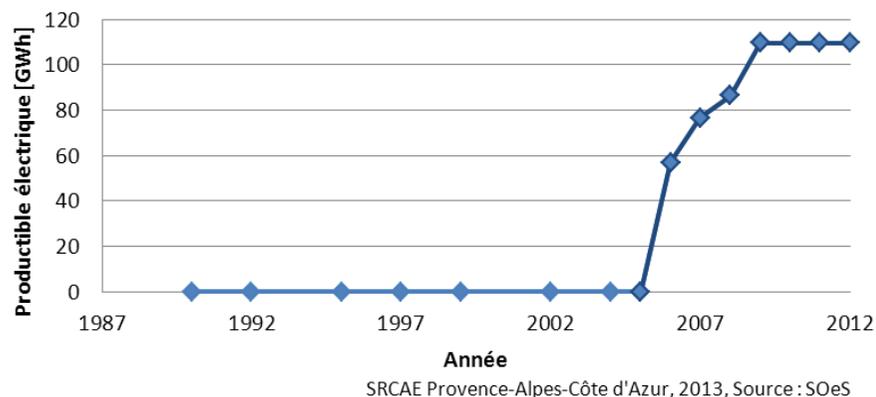


Figure 61 : Production éolienne (Source : SOeS, 2013)

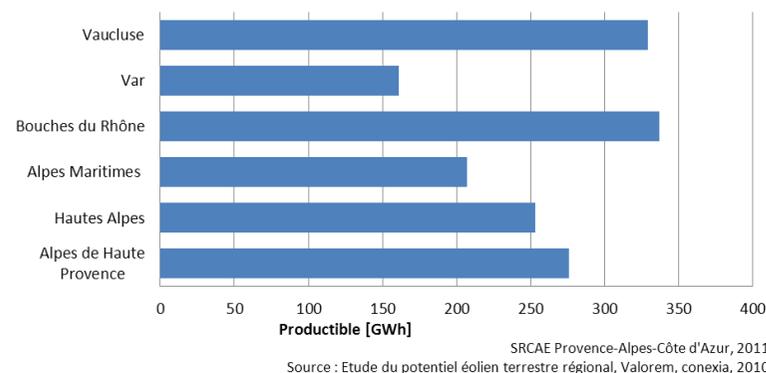
► Potentiel

Selon l'étude du *potentiel éolien terrestre en Provence-Alpes-Côte d'Azur* de Valorem et Conexia (2010), le potentiel additionnel réalisable à court terme (2020), prenant en compte les contraintes environnementales et paysagères est estimé à 680 MW pour un productible de près de 1 600 GWh/an. A ce potentiel, s'ajoute un potentiel réalisable à moyen terme (2030) estimé à 580 MW pour un productible supplémentaire de 1 300 GWh/an.

Le contexte réglementaire ayant fortement évolué depuis 2009, les potentiels déterminés par l'étude de 2010 doivent être considérés avec précaution.

A peine 6% du potentiel de 2020 et 3,5% de celui de 2030 est exploité en 2009.

Potentiel additionnel 2009 - 2020 de l'éolien par département de la région Provence-Alpes-Côte d'Azur



Potentiel additionnel 2020 - 2030 de l'éolien par département de la région Provence-Alpes-Côte d'Azur

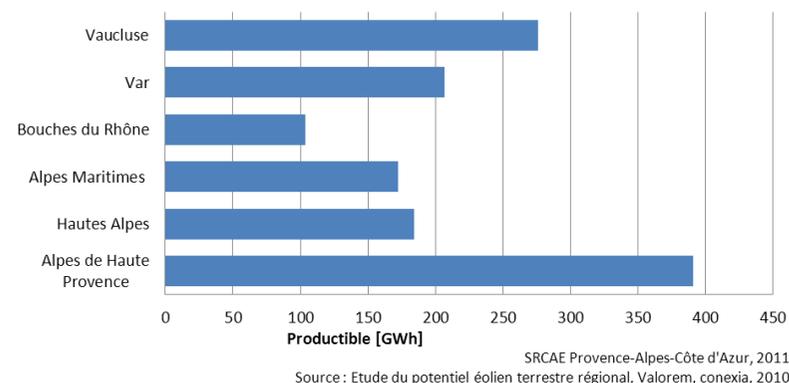


Figure 62 : Potentiels additionnels départementaux de l'éolien (Source : Schéma Régional Eolien, 2011)

Atouts : Les coûts sont peu élevés en comparaison à d'autres filières ENR. Le potentiel de développement est important.

Faiblesses : Éloignement de toute habitation et donc des zones à fortes consommations. Impact sur les paysages : risque d'opposition de la population qui doit être sensibilisée et impliquée.



» Production d'électricité : Éolien offshore flottant

L'énergie éolienne offshore est définie dans ce présent document comme l'ensemble des installations en mer de production d'électricité par conversion de l'énergie cinétique du vent. On distingue l'éolien offshore posé (nécessitant des fonds marins d'une profondeur inférieure à 50 mètres, et pour lequel le potentiel régional est inexistant), et l'éolien flottant. La technologie de l'éolien flottant pourrait devenir mature d'ici à 2025.

Il a été décidé d'inclure l'éolien flottant dans la réflexion bien que celui-ci ne figure pas la loi Grenelle 2 (art 68), reprise dans le L222-1 du code de l'environnement définissant le contenu du Schéma, car un potentiel important semble exister en Méditerranée, et plusieurs projets sont d'ores-et-déjà engagés (Nénuphar, Mistral). Le projet Mistral prévoit ainsi l'implantation de 30 MW en 2016 (13 éoliennes) et de 300 MW en 2030 (ferme industrielle de 100 éoliennes). Cette filière pourrait créer à moyen terme plus de 1000 emplois locaux.

Il faut toutefois souligner qu'aucune étude de potentiel détaillée n'a encore été menée (non réalisée dans le cadre du présent document). De plus, ce développement doit être fait de façon concertée, il pourrait venir en prolongement du processus de concertation sur l'éolien en mer conduit en sur la façade méditerranéenne sous l'égide du préfet de région PACA et du préfet maritime.

Atouts : Les éoliennes flottantes peuvent être implantées plus loin des côtes, ce qui permet de s'affranchir de la contrainte de profondeur des fonds marins, tout en préservant les paysages côtiers. Les éoliennes flottantes sont un marché nouveau et ouvert au plan international, où la France a toutes ses chances de compétitivité.

Faiblesses : Il s'agit d'une filière émergente dont les coûts sont encore élevés (4 à 5 fois plus coûteux que l'éolien terrestre par MW installé en 2012).

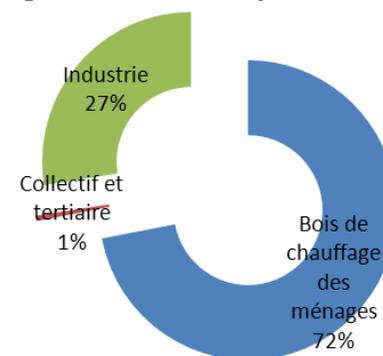
» Production de chaleur et/ou d'électricité : Bois-énergie

Le bois-énergie est défini dans le document présent comme l'ensemble des installations de production de chaleur et/ou d'électricité par combustion de bois. Les sources de bois-énergie sont multiples. Les données présentées dans ce document prennent en compte les sources régionales de bois résineux, de bois issus de transformation et de déchets de bois.

► Bilan de production

En 2009, la production annuelle de chaleur à partir du bois énergie s'est élevée à près de **5 000 GWh** pour une puissance installée de plus de **1 800 MW**. Cette production représente environ 6% de la production de chaleur par le bois-énergie en France. Elle est principalement générée par les installations de chauffage individuelles des ménages et dans une moindre mesure par le secteur industriel.

Répartition de la production de chaleur par le bois-énergie en région Provence-Alpes-Côte d'Azur



SRCAE Provence-Alpes-Côte d'Azur, 2011, Source : SOeS

Figure 63 : Répartition de la production de chaleur par le bois-énergie en 2009 (Source : SOeS)



► Tendances

Les installations de chauffage des ménages existent de longue date. Les données concernant la consommation de bois-énergie dans l'industrie sont connues depuis 2005 et ne font pas apparaître d'évolution particulière depuis cette date. En revanche, le développement des installations collectives et en tertiaire a commencé en 2004 et suit une croissance significative depuis.

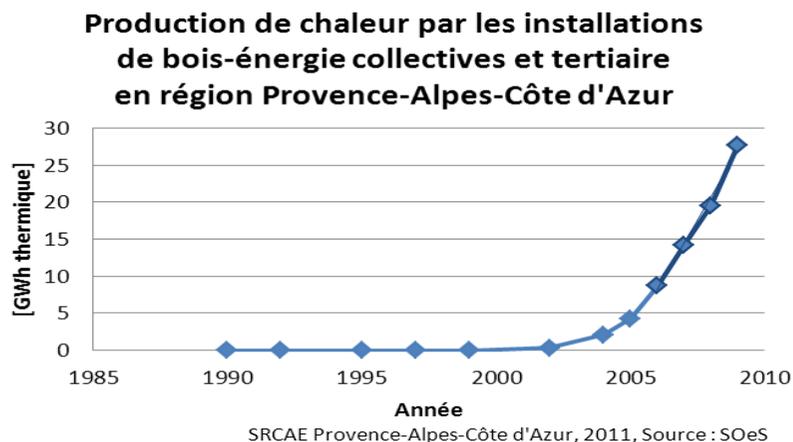
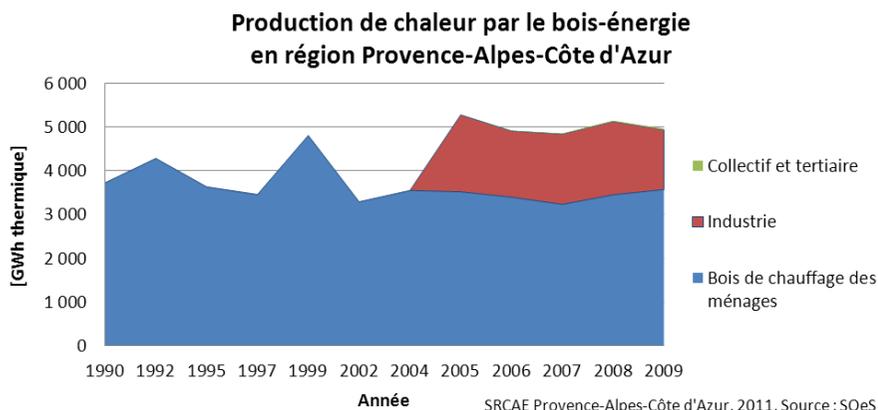


Figure 64 : Historique de la production de chaleur par le bois-énergie (Source : SOeS)

Par ailleurs, deux projets significatifs de centrales biomasse de production d'électricité ont été retenus en février 2012 au titre de l'appel d'offres biomasse "CRE4", ils sont présentés en partie 3 du Schéma.

► Potentiel

Selon l'étude de *Synthèse des gisements de bois disponibles pour une valorisation énergétique en Provence-Alpes-Côte d'Azur* de la Mission Régionale Bois Energie (2009), le potentiel additionnel est estimé à près de **900 MW** pour un productible de près de **1 800 GWh/an**. Principalement disponible auprès de la filière forestière, une limite forte de sa valorisation est le coût de la collecte du bois-énergie. De ce fait, si le prix du bois énergie vient à évoluer à la baisse ou à la hausse, cette estimation du potentiel pourrait être revue respectivement à la baisse ou à la hausse.

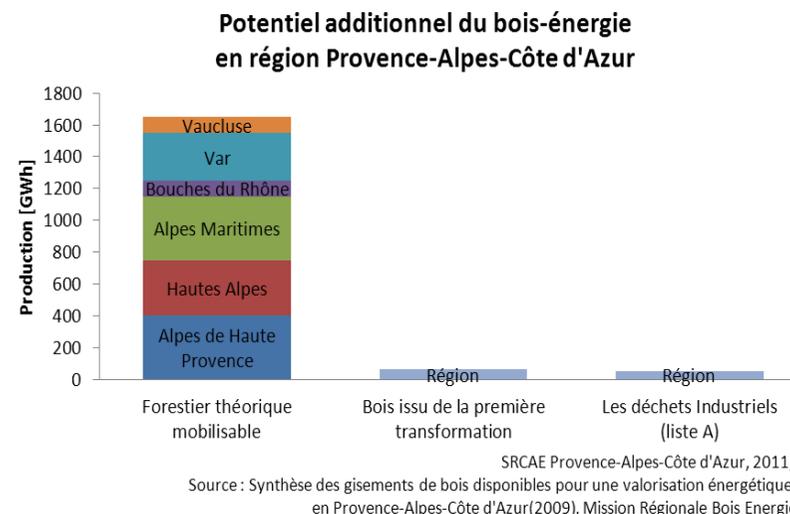


Figure 65 : Potentiel additionnel de production de chaleur par le bois-énergie (Source : Mission régionale Bois Energie, 2009)

74% du potentiel tel qu'identifié dans l'étude de potentiel était d'ores et déjà exploité en 2009.

Atouts : Le bois-énergie constitue un nouveau débouché pour la filière.



Faiblesses : On observe le déclin de la filière bois d'œuvre en région Provence-Alpes-Côte d'Azur, limitant alors les résidus. Des filières de tri sont nécessaires pour utiliser les déchets de bois. Il est difficile de structurer la filière bois forestier. Un point de vigilance est à noter concernant les impacts sur la qualité de l'air.

► Production de chaleur et/ou d'électricité : Biomasse agricole et industrielle

Les filières de production d'énergie utilisant la biomasse agricole et industrielle sont définies dans ce présent document comme l'ensemble des installations de production de chaleur et/ou d'électricité par combustion ou méthanisation de biomasse en provenance d'une activité agricole ou industrielle. Elle ne comprend donc pas le bois-énergie.

► Bilan de production

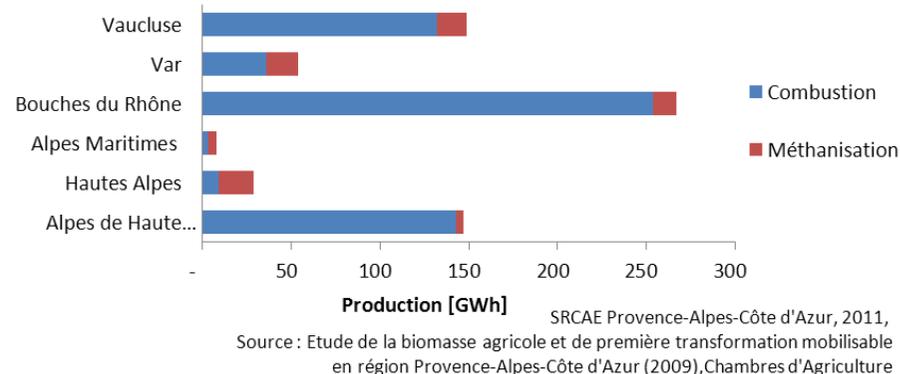
Nous ne disposons pas de données concernant la production actuelle par la biomasse agricole et industrielle.

► Potentiel

Le potentiel additionnel réalisable à court terme (2020) est estimé à près de 330 MW pour un productible de plus de 650 GWh/an. A cette estimation, s'ajoute un potentiel additionnel réalisable à moyen terme (2030) estimé à près de 540 MW pour un productible supplémentaire de 1 100 GWh/an. Si à court terme la grande majorité de ces potentiels concerne la combustion, il est à noter qu'à moyen terme, un potentiel significatif en méthanisation est identifié dans les Bouches-du-Rhône. Ce potentiel de méthanisation est constitué par les boues des stations d'épuration et les végétaux issus des cultures hors sol du Nord du département.

Les potentiels en combustion sont principalement constitués par la production des plantes à parfums des plateaux de Valensole et de Sault, et les productions de la vallée de Durance et de la Camargue.

Potentiel additionnel 2009 - 2020 de la biomasse agricole et industrielle en région Provence-Alpes-Côte d'Azur



Potentiel additionnel 2020 - 2030 de la biomasse agricole et industrielle en région Provence-Alpes-Côte d'Azur

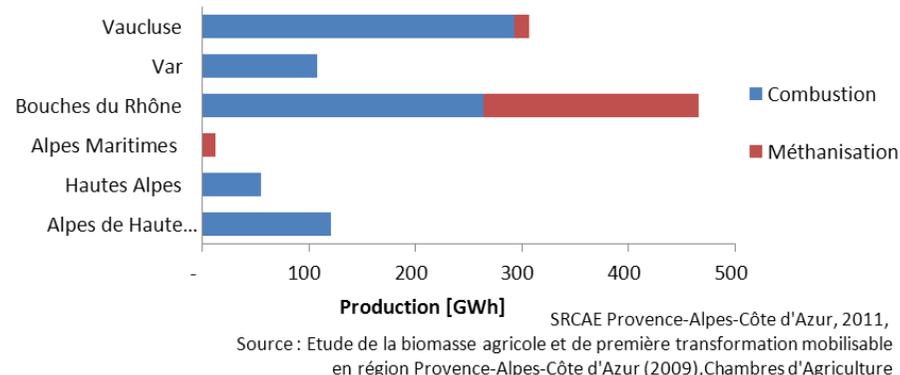


Figure 66 : Potentiel additionnel de la biomasse agricole et industrielle (Source : Chambres d'agriculture, 2009)



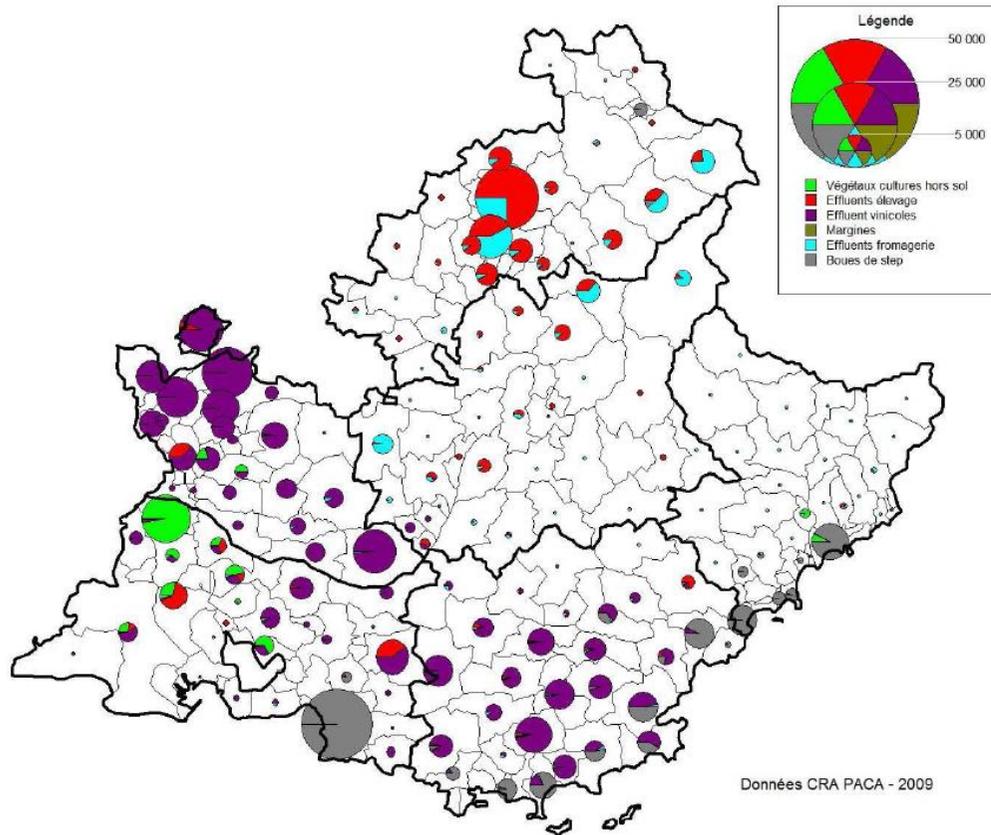


Figure 67 : Quantités de biomasse méthanisable valorisables sur la région (tonnes de MB sauf boues en tonnes de MS) (Source : CRA PACA, 2009)

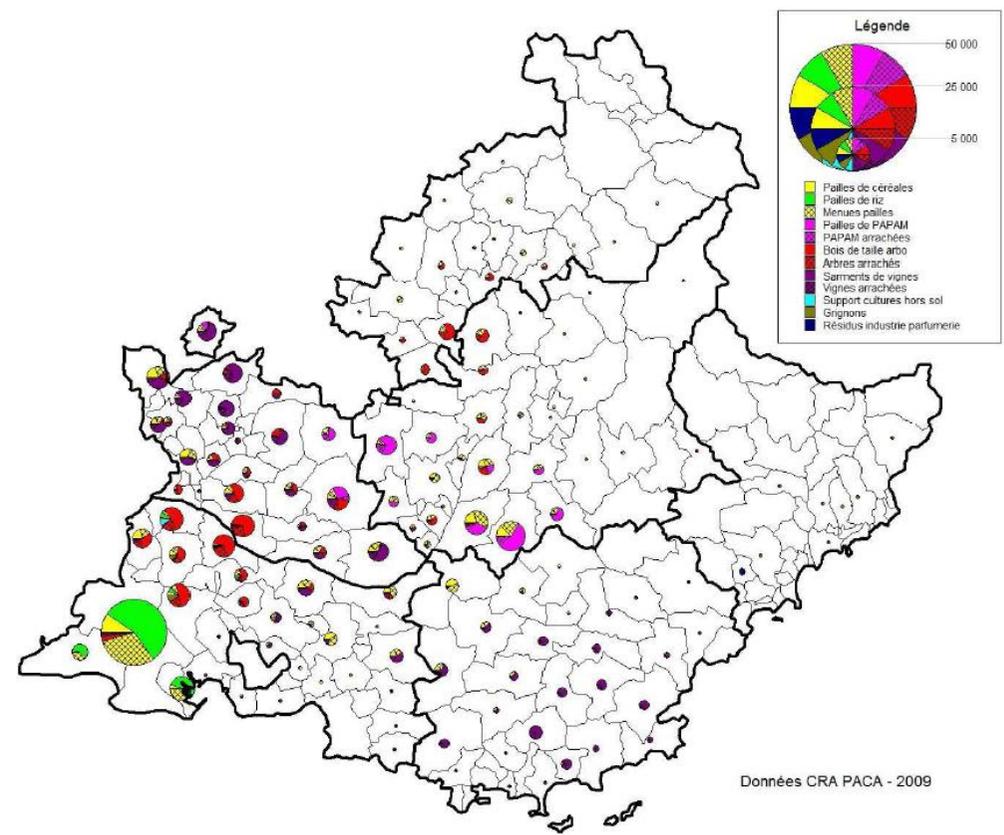


Figure 68 : Quantités de biomasse combustible valorisables sur la région (tonnes de MB) (Source : CRA PACA, 2009)

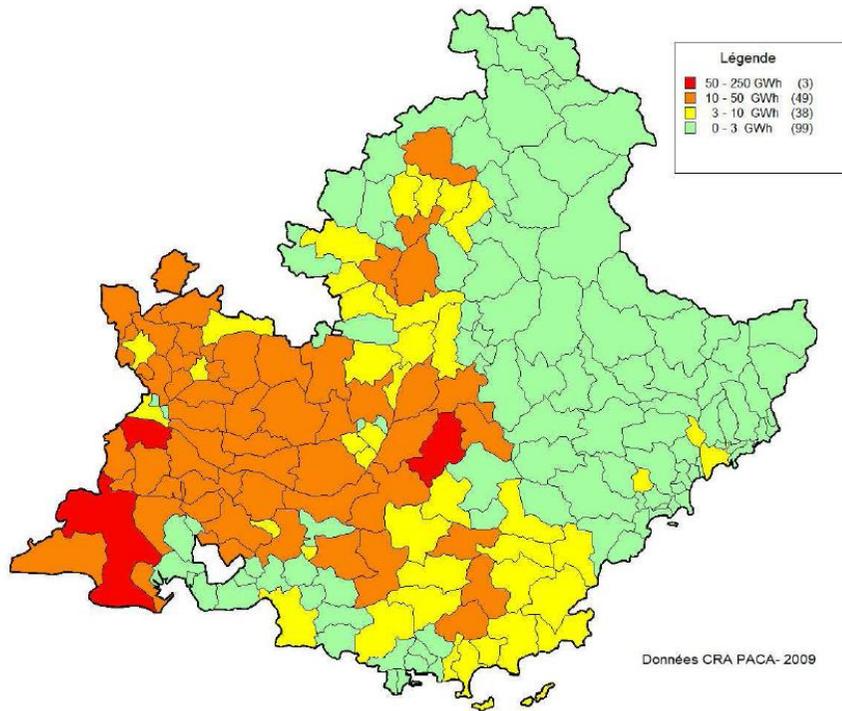


Figure 69 : Cartographie des potentiels de production d'énergie par la biomasse agricole et industrielle (Source : CRA PACA, 2009)

Atouts : Valorisation de sous-produits des industries actuelles. Localisation géographique relativement proche des points de consommation.

Faiblesses : Nécessité de structurer la filière de collecte et l'approvisionnement (dispersion des gisements). Concurrence possible sur les usages des sous-produits. Point de vigilance sur la qualité de l'air. Ressource faible dans l'est de la région.

► Production de chaleur et/ou d'électricité : déchets

La production de chaleur et/ou d'électricité à partir des déchets urbains par incinération ou méthanisation est une filière de récupération d'énergie.

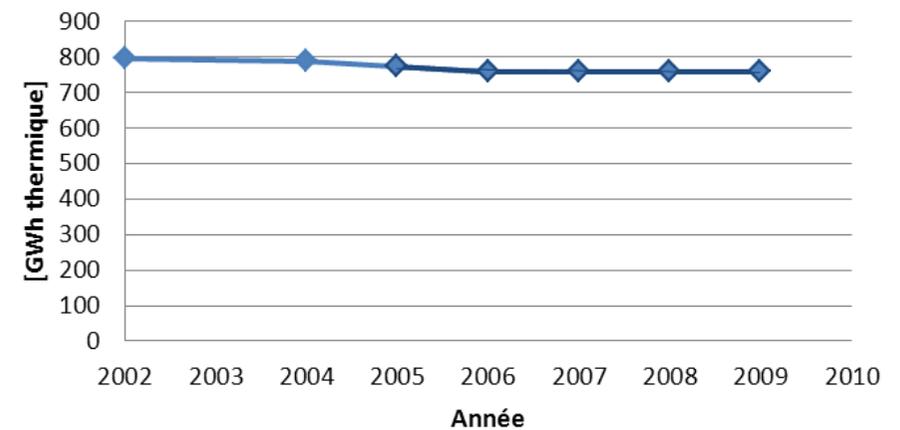
► Bilan de production

En 2009, la production annuelle de chaleur à partir des déchets urbains s'est élevée à près de 760 GWh (unités d'incinération).

► Tendances

Les données ne sont disponibles que depuis 2002 et font apparaître une stabilité de la production annuelle depuis cette date.

Production de chaleur par les déchets en région Provence-Alpes-Côte d'Azur



SRCAE Provence-Alpes-Côte d'Azur, 2011, Source : SOeS

Figure 70 : Evolution de la production d'énergie à partir des déchets urbains.



► Potentiel

Seule une étude partielle sur la biomasse agricole méthanisable a été menée à ce jour sur cette filière.

La méthanisation est un procédé biologique consistant à valoriser des matières organiques pour produire à la fois une énergie renouvelable et un engrais. Il s'agit d'une décomposition anaérobie (en l'absence d'oxygène) de la matière organique pour former du biogaz, et donc de l'énergie, et un digestat pouvant être valorisé comme fertilisant.

Ce procédé permet de valoriser :

- Des sous-produits agricoles (effluents d'élevage, fumiers, résidus de cultures...)
- Des déchets issus de l'industrie agro-alimentaire (légumes, fruits, petit lait, pâtes, effluents de process, huiles, graisses...)
- Des déchets de collectivité (tontes, déchets de restauration, biodéchets des ménages...)
- La méthanisation est un procédé également employé pour l'épuration des eaux usées ou pour le traitement de la fraction fermentescible des ordures ménagères. Le biogaz généré en décharge (par la partie organique des déchets stockés) est capté et peut donc être lui aussi valorisé sous forme énergétique.

Cette filière est particulièrement intéressante, notamment dans le cadre du développement des réseaux de chaleur (co-génération de chaleur et d'électricité), et de motorisations au gaz : le biogaz fournirait ainsi une alternative aux énergies fossiles pour les transports. Une fois épuré, le biogaz devient du biométhane qui pourrait transiter par les réseaux de gaz existants.

Une première estimation, sur la base des tonnages de déchets générés, a abouti à un potentiel de 1100 GWh à l'horizon 2030, auquel il convient d'ajouter le potentiel identifié dans le cadre de l'étude sur la valorisation des déchets agricoles.

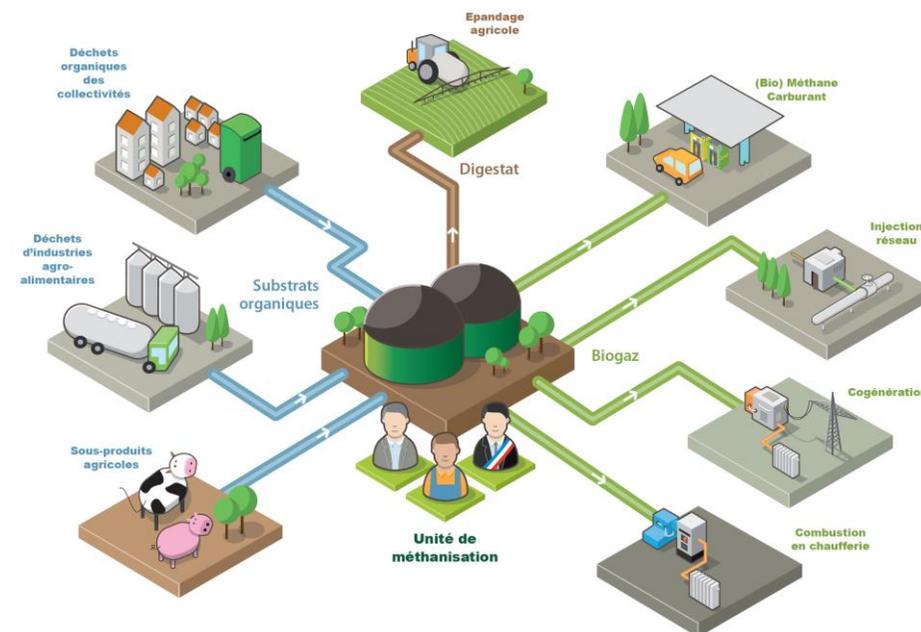


Figure 71 : Sources et utilisation du biogaz (Source : Plaquette Méthanisation Région Provence-Alpes-Côte d'Azur, GERES, Solagro)



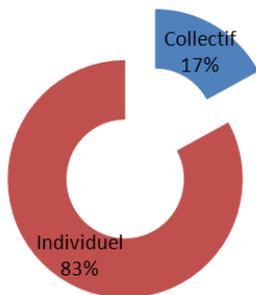
► Production de chaleur : Solaire thermique

Le solaire thermique est défini dans ce présent document comme l'ensemble des installations de production directe de chaleur par conversion de l'irradiation solaire. Les centrales solaires thermiques au sol – associées à des réseaux de chaleur – ne sont toutefois pas retenues dans le potentiel de développement. Notons qu'aujourd'hui l'essentiel des installations sont des chauffe-eaux solaires dont la production couvre une partie des besoins en eau chaude sanitaire.

► Bilan de production

En 2010, la production annuelle de chaleur d'origine solaire s'est élevée à plus de **160 GWh** pour une surface de capteurs installés de plus de **320 000 m²**. Cette production représente environ 13% de la production solaire thermique en France. Elle est essentiellement produite par des installations individuelles et est de ce fait plus élevée dans les communes à forte densité de logement.

Répartition des installations solaire thermique en région Provence-Alpes-Côte d'Azur à fin 2010 (en surface de capteur)



SRCAE Provence-Alpes-Côte d'Azur, 2011

Sources : SOeS d'après Observ'ER, ORE d'après contrat projet Etat Région et fond chaleur ADEME

Figure 72 : Répartition des installations solaires thermiques. (Source : SOeS, ORE)

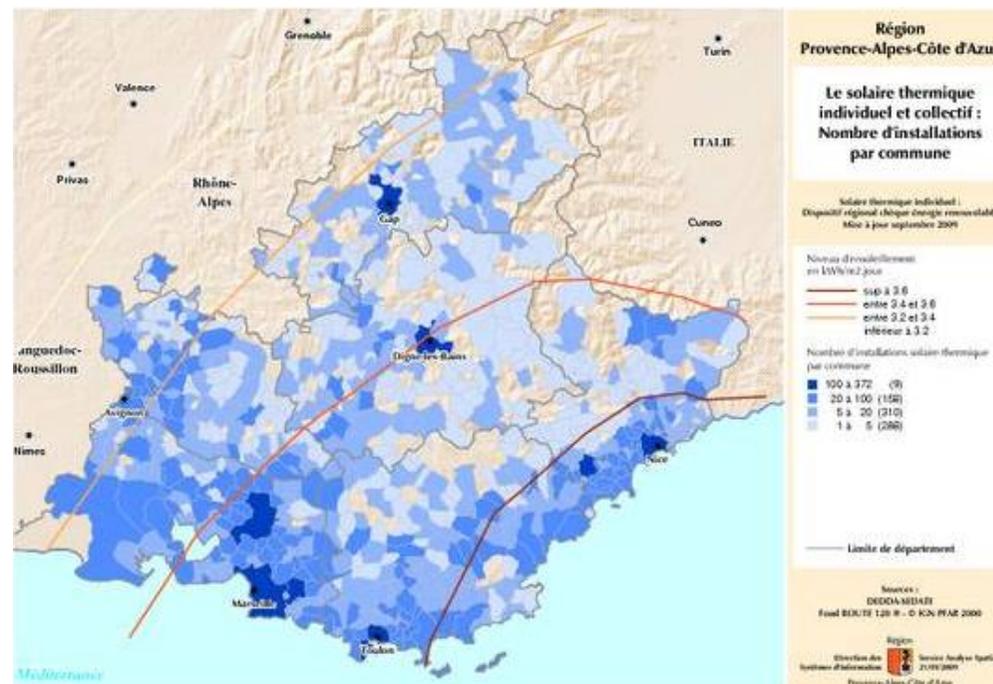
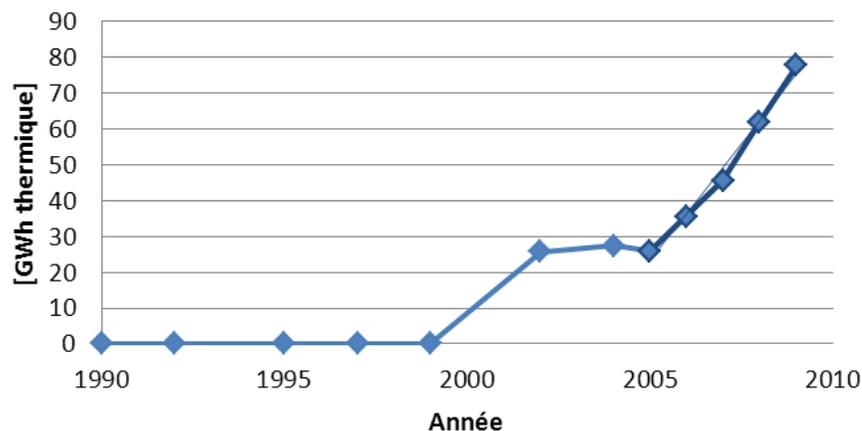


Figure 73 : Répartition des installations solaires thermiques (Source : SOeS, ORE)

► Tendances

La filière a commencé son développement sur la région depuis les années 2000 et suit une progression linéaire depuis 2005.

Production du solaire thermique en région Provence-Alpes-Côte d'Azur



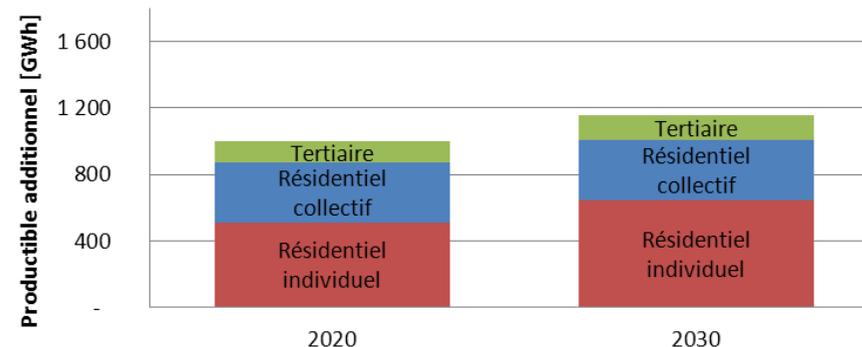
SRCAE Provence-Alpes-Côte d'Azur, 2011, Source : SOeS, d'après Observ'ER

Figure 74 : Production solaire thermique (Source : SOeS, d'après Observ'ER)

► Potentiel

Le potentiel additionnel réalisable à court terme (2020) est estimé à près de 2 000 000 m² de capteurs pour un productible de près de 1 000 GWh/an. A ce potentiel, s'ajoute un potentiel additionnel réalisable à moyen terme (2030) estimé à près de 2 300 000 m² pour un productible supplémentaire de 1 200 GWh/an. À long terme, un potentiel additionnel de 3 000 000 m² de capteurs pour un productible de 1 500 GWh supplémentaire est estimé. Ces potentiels font apparaître une part importante pour les installations résidentielles collectives, aujourd'hui difficiles à réaliser.

Potentils additionnels du solaire thermique en région Provence-Alpes-Côte d'Azur



SRCAE Provence-Alpes-Côte d'Azur, 2011

Source : Sogreah d'après données INSEE, SOeS et fond chaleur ADEME

Figure 75 : Potentiels additionnels du solaire thermique à court, moyen terme (Source : INSEE, SOeS, fond chaleur ADEME)

Environ 11% du potentiel de 2020 et 4,5% de celui de 2030 est actuellement exploité.

Atouts : Bonne répartition de la ressource et production proche des lieux de consommation. Un coût de la chaleur utile inférieur aux systèmes traditionnels et indépendant des variations de prix.

Faiblesses : Un investissement nécessaire élevé. Un impact architectural susceptible de limiter ses possibilités de développement dans les zones à caractère architectural fort.



► Production de chaleur : Géothermie

La géothermie est définie dans ce présent document comme l'ensemble des installations de production de chaleur et/ou de froid par cycle thermodynamique exploitant la chaleur du sol comme source de chaleur. Les modes d'exploitation considérés ici sont ceux sur nappe aquifère et par sonde géothermique. Les captages horizontaux ou en corbeille ainsi que les captages de sources de chaleur à grande profondeur n'ont pas été considérés dans l'étude de potentiel.

► Bilan de production

Nous ne disposons pas de données concernant la production actuelle par géothermie. Celle-ci est estimée à 0,2% du potentiel, soit une production annuelle de chaleur d'un peu moins de 80 GWh.

► Potentiel

Selon l'étude du *potentiel géothermique en Provence-Alpes-Côte d'Azur* du BRGM (2011), le potentiel régional favorable est estimé à 40 000 GWh.

Potentiel géothermique mobilisable par département de la région Provence-Alpes-Côte d'Azur

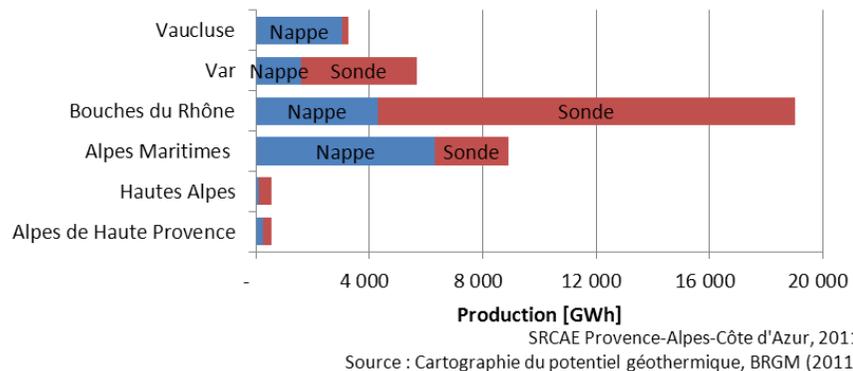
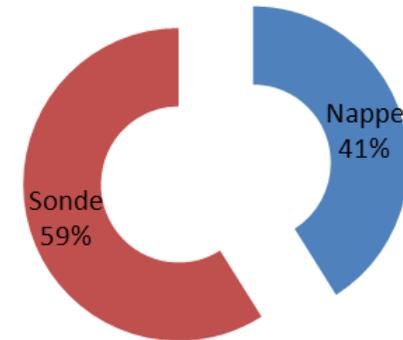


Figure 76 : Répartition du potentiel géothermique par département

Répartition du potentiel géothermique mobilisable par département de la région Provence-Alpes-Côte d'Azur



SRCAE Provence-Alpes-Côte d'Azur, 2011

Source : Cartographie du potentiel géothermique, BRGM (2011)

Figure 77 : Potentiel géothermique (Source : BRGM)

Atouts : La région Provence-Alpes-Côte d'Azur offre un bon contexte géologique et hydrogéologique. La technologie est aujourd'hui bien maîtrisée. Elle entraîne une baisse de la consommation et de la puissance appelée en électricité pour le chauffage par rapport à un système de chauffage électrique conventionnel.

Faiblesses : Les coûts d'investissements sont importants.

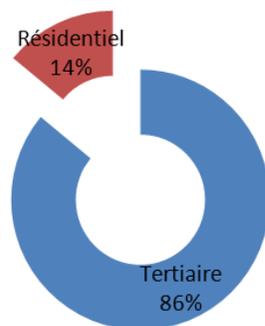
► Production de chaleur : Pompe à chaleur aérothermique

L'aérothermie est définie dans ce présent document comme l'ensemble des installations de production de chaleur et/ou de froid par cycle thermodynamique exploitant l'air extérieur comme source de chaleur.

► Bilan de production

En 2010, la production d'énergie renouvelable par un système aérothermique s'est élevée à plus de **690 GWh** pour près de **12 000 000 m²** de bâtiments résidentiels et tertiaires chauffés par un système aérothermique. Cette production représente environ 30%³⁶ de la production aérothermique en France. Elle est essentiellement présente dans les bâtiments tertiaires.

Répartition des installations aérothermiques en région Provence-Alpes-Côte d'Azur à fin 2010 (en surface chauffée)



SRCAE Provence-Alpes-Côte d'Azur, 2011
Sources : Sogreah d'après données Energie Demain

Figure 78 : Répartition des installations aérothermiques (Source : ARTELIA d'après données Energie Demain)

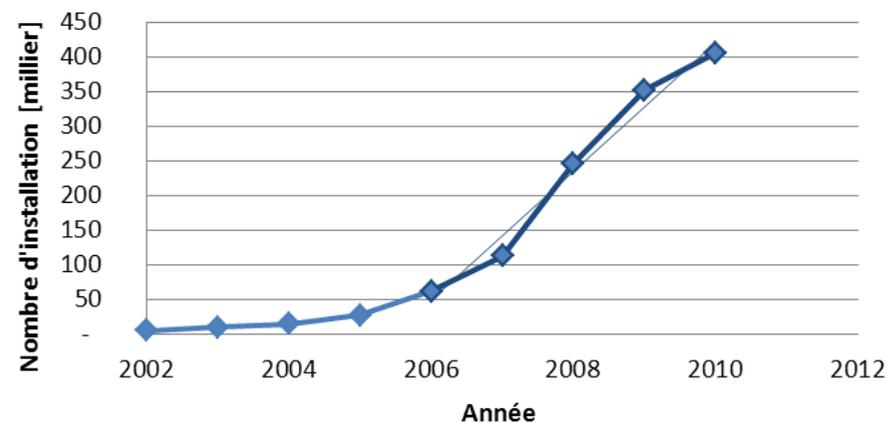
³⁶ Estimation calculée à partir des données Energie Demain et des données de l'AFPAC.

► Tendances

Aucune donnée n'est disponible à l'échelle de la région Provence-Alpes-Côte d'Azur. Toutefois, la dynamique peut être perçue à l'échelle de la France à partir des données de marché des pompes à chaleur aérothermique de l'AFPAC. Depuis les années 2006 – 2007, la croissance du marché est linéaire. Toutefois un ralentissement peut être observé les deux dernières années.



Evolution du parc de systèmes aérothermiques de 5 à 50 kW en France



SRCAE Provence-Alpes-Côte d'Azur, 2011,
Source : Reconstitution à partir des données AFPAC

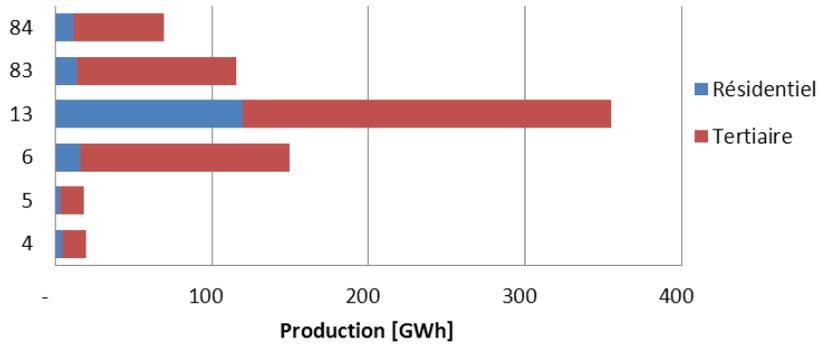
Figure 79 : Production solaire thermique (Source : ARTELIA, d'après données AFPAC)

► Potentiel

L'utilisation de cette ressource pour l'ensemble des bâtiments pour lesquelles celle-ci est pertinente conduit à un potentiel additionnel de près 8 500 GWh pour 235 000 000 m² de bâtiments chauffés. Si la part du productible des installations résidentielles est minoritaire, celle-ci est susceptible d'augmenter significativement.

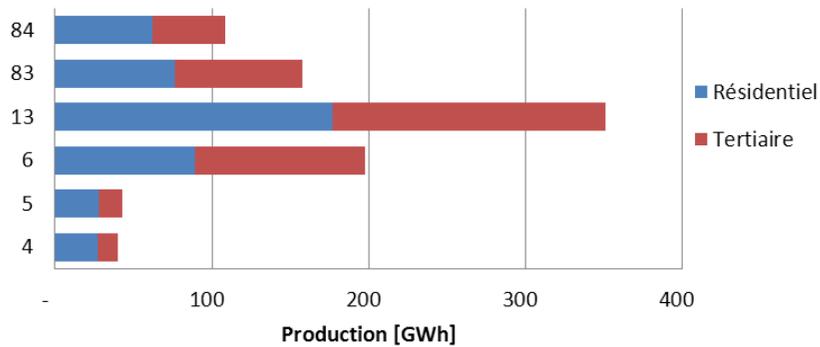


Potentiel additionnel 2009 - 2020 de l'aérothermie par département de la région Provence-Alpes-Côte d'Azur



SRCAE Provence-Alpes-Côte d'Azur, 2011
Source : Sogreah, d'après données Certita, Météo France, IGN

Potentiel additionnel 2020 - 2030 de l'aérothermie par département de la région Provence-Alpes-Côte d'Azur



SRCAE Provence-Alpes-Côte d'Azur, 2011
Source : Sogreah, d'après données Certita, Météo France, IGN

Figure 80 : Potentiels additionnels de l'aérothermie à court et moyen terme (Source : ARTELIA d'après données Certita, Météo France, IGN)

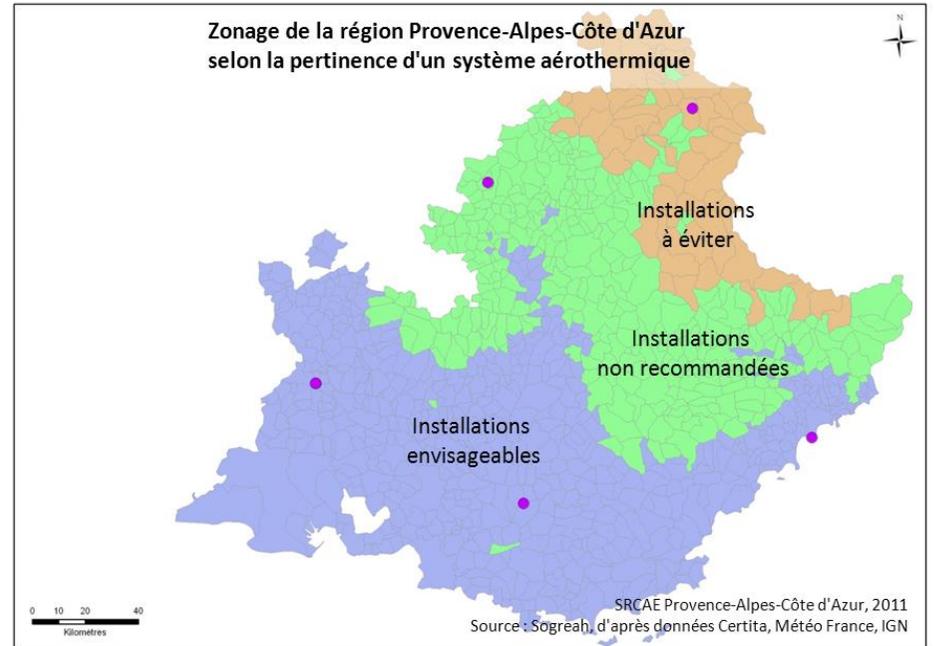


Figure 81 : Potentiels additionnels de l'aérothermie à court et moyen terme (Source : ARTELIA d'après données Certita, Météo-France, IGN)

Le taux d'exploitation actuelle de la ressource est de 8% du potentiel.

Atouts : Facile à installer. Technologie maîtrisée. Coûts d'investissement relativement faibles. Baisse de la consommation et de la puissance appelée en électricité pour le chauffage par rapport à un système de chauffage électrique conventionnel.

Faiblesses : Seule une part de la production de la pompe à chaleur est considérée comme une ENR. Risque d'augmentation de la consommation par création d'un nouvel usage (climatisation). Une mise en œuvre optimale dans l'existant nécessiterait au préalable le remplacement des émetteurs pour abaisser la température de fonctionnement et la rénovation du bâti pour réduire le besoin de pointe.

► Production de chaleur : thalassothermie

La thalassothermie est définie dans ce présent document comme l'ensemble des installations de production de chaleur et/ou de froid par cycle thermodynamique exploitant l'eau de mer comme source de chaleur.

► Bilan de production

En 2010, une installation thalassothermique de 4,8 MW existe à La Seyne-sur-Mer. Elle n'est toutefois pas encore exploitée pleinement dans la mesure où l'ensemble des bâtiments qu'elle alimentera ne sont pas construits. À terme, elles devraient couvrir les besoins en chauffage et climatisation de 60 000 m² de bâtiments. C'est, en France métropolitaine, la seule installation thalassothermique à notre connaissance.

► Potentiel

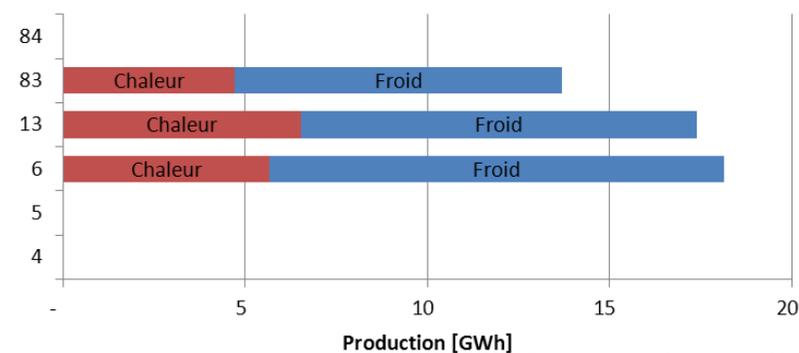
Il n'y a pas de contrainte technique particulière pour l'exploitation de cette ressource pour les 56 communes du littoral méditerranéen. De ce fait, les principales limites résident dans les impacts environnementaux que ces systèmes peuvent avoir, impacts dépendant fortement de leur conception. Du fait de la variation de température de l'eau de mer d'est en ouest du littoral, le potentiel en chauffage est légèrement plus important à l'ouest tandis que celui en climatisation est plus important à l'est. La profondeur de puisage de l'eau de mer considérée ici est de 50 mètres.

À court terme, une installation dans chacun des deux départements ne disposant pas encore de tels systèmes permettrait la réalisation d'une puissance additionnelle de l'ordre de 20 MW, générant une production de chaleur et de froid renouvelable supplémentaire de l'ordre de 50 GWh.

À moyen terme, avec une dizaine d'installations – réparties dans les zones à contraintes environnementales et technico-économiques les plus faibles, ainsi que dans le département des Alpes-Maritimes pour réduire la contrainte pesant sur le réseau électrique de ce département – une puissance additionnelle de l'ordre de 100 MW pourrait être réalisée, permettant la production de chaleur et de froid renouvelable d'environ 370 GWh/an.

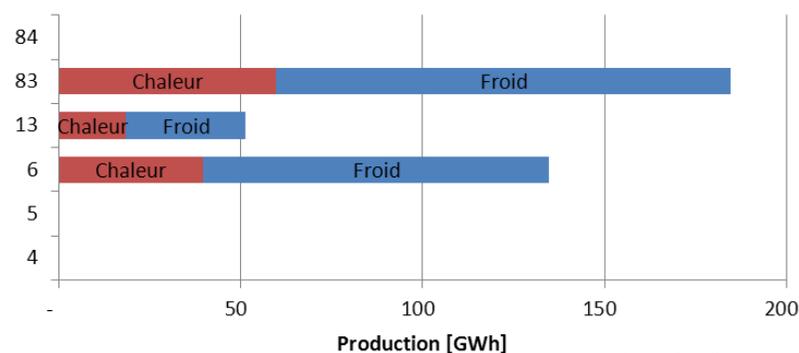


Potentiel additionnel 2009 - 2020 de la thalassothermie par département de la région Provence-Alpes-Côte d'Azur



SRCAE Provence-Alpes-Côte d'Azur, 2011
Source : Sogreah, d'après l'étude du potentiel thalassothermique régional, BG

Potentiel additionnel 2020 - 2030 de la thalassothermie par département de la région Provence-Alpes-Côte d'Azur



SRCAE Provence-Alpes-Côte d'Azur, 2011
Source : Sogreah, d'après l'étude du potentiel thalassothermique régional, BG

Figure 82 : Potentiels additionnels de la thalassothermie à court et moyen terme (Source : ARTELIA, d'après BG, 2011)



28% du potentiel identifié à 2020 et 5% de celui de 2030 est d'ores et déjà exploité.

Atouts : Baisse de la consommation et de la puissance appelée en électricité pour le chauffage par rapport à un système de chauffage électrique conventionnel : solution particulièrement intéressante pour les communes des Alpes-Maritimes. La ressource est techniquement capable de couvrir la totalité des besoins en chaleur/froid des communes du littoral. La ressource ne constitue pas une limite. Le coût de l'énergie produite peut être compétitif avec les solutions traditionnelles si une taille critique est atteinte (puissance d'environ 5 MW pour un investissement d'environ 10 M€).

Faiblesses : Montage du projet difficile. Investissement conséquent. Nécessite un réseau de chaleur/froid/eau tempéré. Impossibilité, dans l'état actuel de la réglementation, d'obliger les propriétaires des bâtiments à se raccorder sur le réseau de chaleur. Risque d'augmentation de la consommation par création d'un nouvel usage (climatisation). Une mise en œuvre optimale dans l'existant nécessiterait au préalable le remplacement des émetteurs pour abaisser la température de fonctionnement et la rénovation du bâti pour réduire le besoin de pointe.

► Récupération de chaleur : réseaux d'assainissement des eaux usées

La récupération de chaleur sur les réseaux d'assainissement est définie dans ce présent document comme l'ensemble des installations permettant de valoriser la chaleur en sortie des stations d'épuration, dans les collecteurs d'assainissement, ou en sortie d'immeuble.

► Bilan de production

Il n'existe aucune installation de récupération de chaleur sur les réseaux d'assainissement en région Provence-Alpes-Côte d'Azur à notre connaissance.

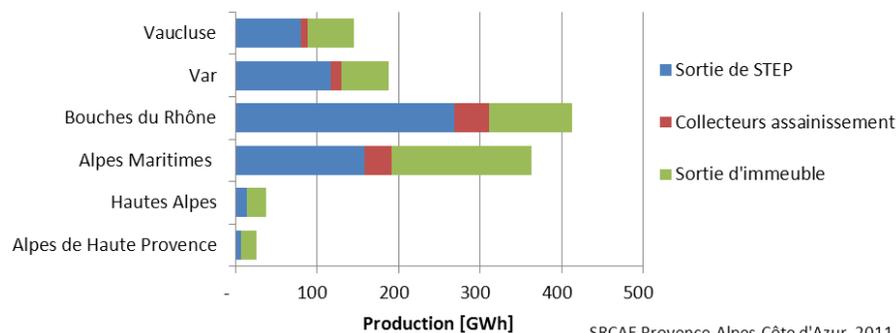
► Potentiel

Selon l'étude du *potentiel de récupération d'énergie thermique dans les réseaux d'assainissement de la Région Provence-Alpes-Côte d'Azur* d'Antea Group (2011), le potentiel global de récupération de chaleur sur les réseaux d'assainissement est estimé à près de 1 200 GWh dont 730 GWh pour 66 sites de récupération dans les collecteurs et en sortie de station d'épuration, le complément étant par une multitudes d'installations de tailles plus petites localisées directement en sortie d'immeuble.

Atouts : Baisse de la consommation et de la puissance appelée en électricité pour le chauffage par rapport à un système de chauffage électrique conventionnel : solution particulièrement intéressante pour les communes des Alpes Maritimes. La localisation des sites de récupération de chaleur est généralement proche des points de consommation. Les variations de la quantité de chaleur potentiellement récupérable sont synchronisées avec les variations de la demande.

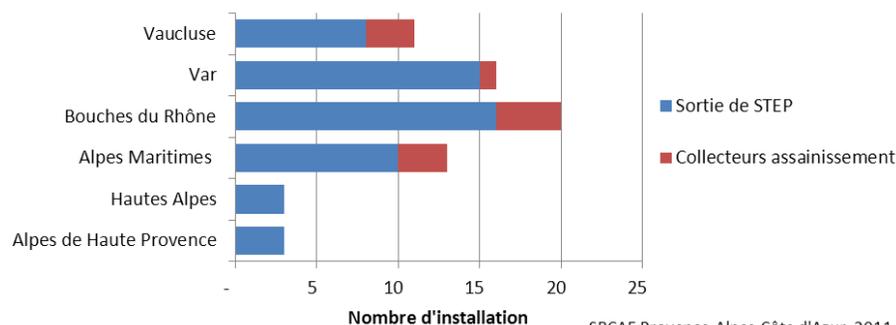
Faiblesses : Un investissement conséquent devant être synchronisé avec les interventions sur les réseaux d'assainissement. Nécessite un réseau de chaleur pour la distribution. La récupération de chaleur en sortie d'immeuble ou sur les collecteurs nécessite de disposer de la place nécessaire pour un local technique en zone urbaine.

Potentiel de récupération d'énergie thermique dans les réseaux d'assainissement par département de la région Provence-Alpes-Côte d'Azur



Source : Evaluation du potentiel de récupération d'énergie thermique dans les réseaux d'assainissement, Antea Group

Potentiel de récupération d'énergie thermique dans les réseaux d'assainissement par département de la région Provence-Alpes-Côte d'Azur



Source : Evaluation du potentiel de récupération d'énergie thermique dans les réseaux d'assainissement, Antea Group

Figure 83 : Potentiels de récupération de chaleur sur les réseaux d'assainissement (Source : Antea Group)

5.1.2 BILAN DES POTENTIELS

Les potentiels d'énergies renouvelables à 2020 représentent 35% de la consommation régionale d'énergie et font apparaître un potentiel nettement plus important pour la production de chaleur que pour la production d'électricité.



Concernant l'électricité, et à l'horizon 2020, ce sont les systèmes éoliens et photovoltaïques qui sont susceptibles de se développer les plus fortement. En effet, ces potentiels sont importants, peu exploités et les filières relativement matures. Si une forte dynamique régionale est constatée ces toutes dernières années pour le photovoltaïque, le gisement disponible exploitable reste immense. De même, pour la filière éolienne, le potentiel est significatif mais la dynamique n'existe pas.

Concernant la chaleur, le mix est plus varié avec des parts significatives pour la géothermie, le solaire thermique, l'aérothermie et la récupération de chaleur sur les réseaux d'assainissement. La filière géothermique présente un potentiel très important mais très peu exploité actuellement en France. La mobilisation d'une part significative de ce potentiel nécessiterait une très forte accélération de la diffusion de ces systèmes. Cette accélération semble difficilement envisageable à court terme compte tenu des coûts d'investissement et des temps de retours associés.

Les potentiels à 2030 représentent 70% de la consommation régionale d'énergie avec un potentiel encore plus important pour la production de chaleur que pour la production d'électricité.

Le potentiel de l'énergie photovoltaïque est équivalent à celui de la grande hydraulique. Ces deux filières représentent les deux sources d'énergie renouvelable susceptibles de produire le plus d'électricité. La filière éolienne prend aussi une place significative avec près de 15% du potentiel de production d'électricité renouvelable.

Avec une part de plus de 60%, le potentiel géothermique est très important par rapport aux autres sources d'énergie pour la production de chaleur.



Part des potentiels de production de chaleur et électricité renouvelable en 2020 en région Provence-Alpes-Côte d'Azur

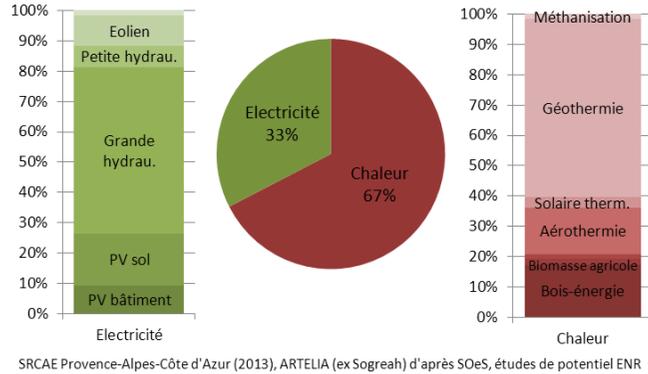


Figure 84 : Répartition des potentiels d'énergie renouvelable en 2020 (Source : ARTELIA d'après SOeS)

Part des potentiels de production de chaleur et électricité renouvelable en 2030 en région Provence-Alpes-Côte d'Azur

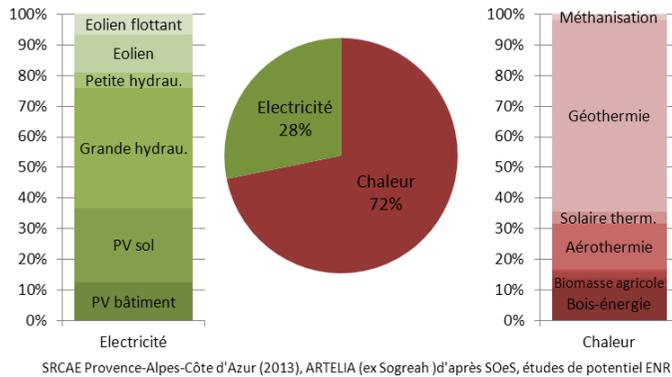


Figure 85 : Répartition des potentiels d'énergie renouvelable en 2030 (Source : ARTELIA d'après SOeS)

Potentils de production des énergies renouvelables en région Provence-Alpes-Côte d'Azur

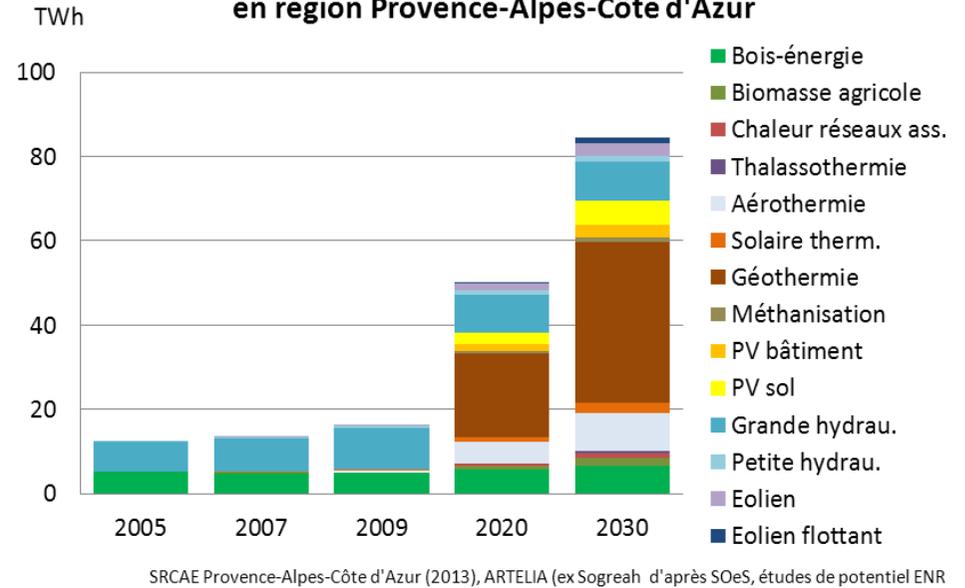


Figure 86 : Potentiels de production des énergies renouvelables

5.2 LES PRINCIPAUX ENJEUX

► Développer l'ensemble des filières renouvelables, pour réduire la dépendance énergétique régionale

Pour atteindre, au niveau régional, l'objectif national de couverture de 23% de la consommation par des énergies renouvelables en 2020, la première des conditions est de parvenir à une réelle maîtrise de la demande en énergie, afin de diminuer globalement la consommation régionale.

Cette condition remplie, l'effort de développement des énergies renouvelables à fournir est important puisqu'il serait nécessaire de mobiliser la moitié du potentiel de production de l'ensemble des filières renouvelables à 2020, dont plus du tiers provient de la seule filière géothermique, difficile à valoriser. **L'atteinte de cet objectif nécessite donc d'impulser une dynamique forte sur l'ensemble des filières, sans qu'aucune ne soit négligée.**



► Développer la qualification des personnels et adapter les dispositifs de formation

Etant donné le changement de vitesse souhaité pour le développement de la plupart des filières, il est nécessaire d'apporter une attention toute particulière à la présence locale de personnel formé.

Cela est important pour plusieurs raisons : la présence d'acteurs locaux compétents permet de pérenniser le développement économique local de ces filières, de maîtriser les coûts des installations et d'éviter un frein au développement par un nombre trop important de contres-références.

Pour cela la formation et la qualification des acteurs sont essentielles.

► Développer, et améliorer les conditions d'utilisation de l'énergie issue de la biomasse.

La filière biomasse est déjà relativement bien valorisée dans la région, mais son potentiel de développement reste conséquent. Ainsi, même si la part de la biomasse dans le mix des potentiels de production d'énergie renouvelable décroît, cela masque une augmentation en valeur absolue du bois-énergie (+36%) et de la biomasse agricole et industrielle (multiplication par 5). Le biogaz est également comptabilisé dans le potentiel de développement de la filière.

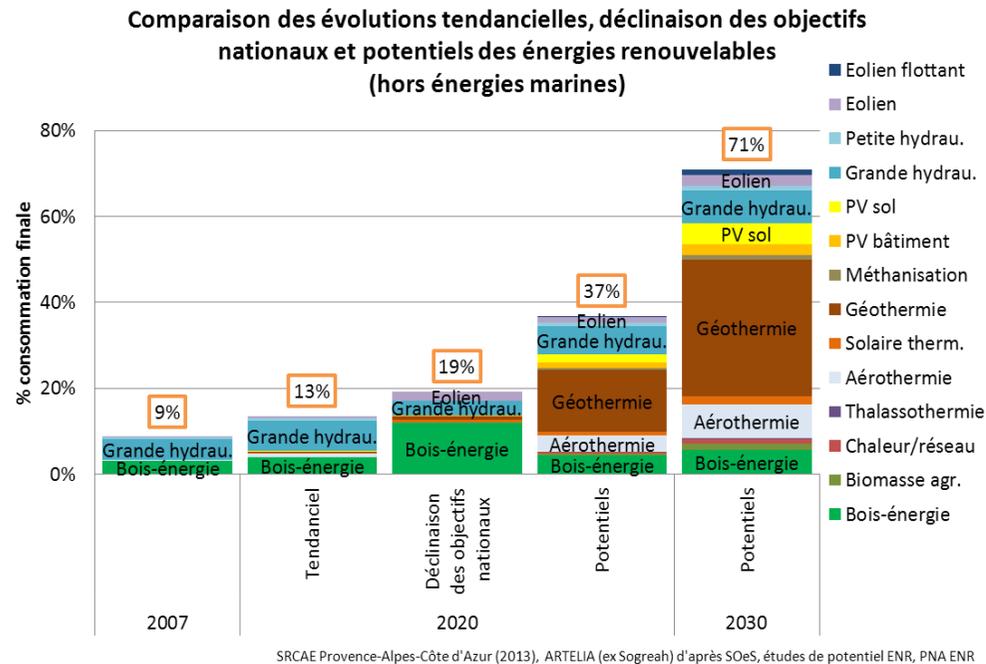
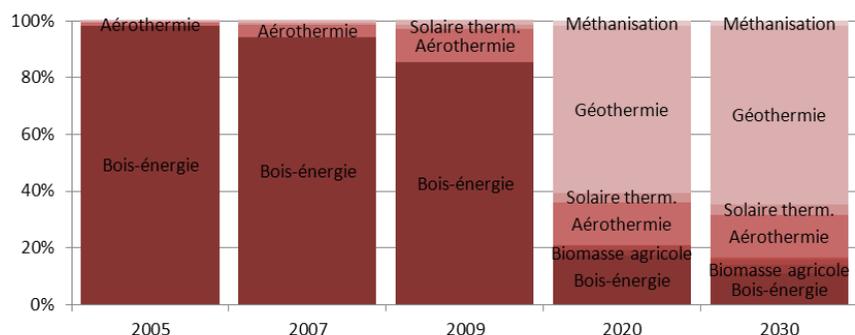


Figure 87 - Comparaison des évolutions tendanciennes, de la déclinaison des objectifs nationaux et des potentiels des énergies renouvelables (Source : ARTELIA d'après SOeS)



Répartition des productions actuelles et des potentiels d'énergie renouvelable de chaleur en région Provence-Alpes-Côte d'Azur



SRCAE Provence-Alpes-Côte d'Azur (2013), ARTELIA (ex Sogreah) d'après données SOeS, études de potentiel ENR

Figure 88 - Répartition des productions actuelles et des potentiels d'énergie renouvelable de chaleur (Source : ARTELIA d'après SOeS)

Afin de mobiliser le potentiel, il est nécessaire de parvenir à structurer la filière biomasse de façon à augmenter le taux de collecte de la ressource.

Tout en assurant ce développement, une attention particulière doit être portée sur la qualité de l'air, le bois-énergie pouvant être, dans de mauvaises conditions d'utilisation, une source importante de particules. Ainsi le développement de cette source d'énergie doit impérativement s'appuyer sur l'utilisation de systèmes performants, et s'accompagner du remplacement des équipements vétustes les plus polluants.

D'autre part, l'intérêt financier à collecter la ressource bois-énergie étant particulièrement dépendant du prix de cette ressource, le potentiel tel que chiffré ici est susceptible d'être revu significativement à la hausse si le prix du bois-énergie venait à augmenter.

► Diffuser les usages de la géothermie

Le potentiel géothermique très basse énergie, sur sonde ou sur nappe, est considérable, et pourrait donner lieu à un développement important en région dans la construction neuve et la rénovation lourde.

La valorisation de cette source d'énergie souvent méconnue passe par une diffusion de l'information et des savoir-faire mais aussi par une évolution des référentiels professionnels et réglementaires au niveau national.

Concernant la géothermie sur sonde, une politique de développement massif de cette forme d'énergie nécessiterait que quelques points soient éclairés quant à son impact environnemental : prévenir le risque de fuite du liquide caloporteur sur la durée de vie de l'installation, étudier le démantèlement des forages après leur fin de vie (20 à 50 ans).

Le développement de la géothermie sur nappe ne présente pas ces inconvénients, mais au-delà d'un certain niveau d'exploitation la mise en place d'un organisme régulateur de chaque nappe sollicitée serait nécessaire afin de ne pas l'exploiter au-delà de ses capacités.

Compte-tenu de ces réserves et de l'importance de l'investissement initial pour valoriser cette énergie, le potentiel identifié, pour important qu'il soit, n'est que très partiellement mobilisable à court terme. Pour autant l'enjeu est bien de faire parvenir cette filière à maturité en la structurant et en promouvant la géothermie dans ses différentes formes et pour ses différents usages.

► Développer l'énergie éolienne en trouvant le bon équilibre avec la prise en compte des forts enjeux environnementaux et patrimoniaux.

Le potentiel éolien identifié est important en Provence-Alpes-Côte d'Azur, mais la région se singularise par le faible taux d'exploitation de ce potentiel.

En effet le développement de l'éolien se heurte à de nombreuses difficultés dans la région, liées à des contraintes techniques, à des enjeux environnementaux et paysagers, et à l'acceptabilité de la part de certaines associations et d'une partie des riverains au regard de son impact sur le paysage.

L'enjeu est donc de réussir l'intégration de la filière éolienne en région, en trouvant le bon équilibre entre la nécessité de répondre aux objectifs du Grenelle et la prise en compte des forts enjeux environnementaux et patrimoniaux.

C'est dans cet esprit qu'a été construit le Schéma Régional Eolien figurant en **Annexe SRE** du SRCAE.

► Préserver et optimiser le productible hydroélectrique régional

L'hydroélectricité est la première source d'énergie renouvelable régionale. La production actuelle de 10 000 GWh/an environ représente autant que le cumul des potentiels identifiés à 2030 sur les filières solaires et éoliennes.

En outre l'énergie hydroélectrique, mobilisable dans des délais très courts, joue un rôle clé dans la gestion des pics de consommation électrique. Elle participe donc fortement à la décarbonation de l'énergie électrique, en réduisant le recours aux centrales thermiques à flamme en période de pointe, à l'intégration des énergies renouvelables intermittentes au réseau, et à la sécurisation électrique de l'Est de la région.

Pour toutes ces raisons il est essentiel de préserver le productible hydroélectrique régional, voire d'aller au-delà :

- en compensant les pertes de productible liées au relèvement des débits réservés en 2014, par de nouvelles installations de petite ou de grande hydroélectricité et l'optimisation des installations existantes, en recherchant les meilleurs arbitrages permettant à la fois de mieux respecter l'environnement et d'exploiter les gisements résiduels les plus intéressants.
- par des optimisations de puissance sur les installations existantes de façon à les rendre encore plus réactives pour permettre la gestion des pics de consommation et le développement des énergies renouvelables électriques intermittentes.



► Conforter et accompagner l'essor des filières solaires.

Bien que ne représentant aujourd'hui qu'une part modeste de la production énergétique régionale (1% en 2010), la filière solaire est très dynamique en Provence-Alpes-Côte d'Azur, à ce jour première région française en termes de puissance photovoltaïque installée.

La contribution régionale doit s'exprimer en priorité par la mobilisation maximale du potentiel photovoltaïque sur les toitures et par le solaire thermique pour la couverture des besoins d'eau chaude sanitaire et de chauffage. Les centrales solaires au sol sont à privilégier sur les surfaces où il y a peu de concurrence avec les autres usages, en ciblant en priorité les espaces déjà anthropisés. Il s'agit en effet de préserver, autant que faire se peut, les espaces agricoles, évitant ainsi les conflits d'usage des sols. Au-delà, la prise en compte de cet enjeu permet d'améliorer l'acceptabilité sociale face au développement de ce type d'énergie. Ce développement doit également être moteur en termes d'économie et d'emploi local.



► Contribuer à la sécurisation électrique de l'Est de la région

Sur le territoire régional, on observe de fortes variations géographiques :

- de la demande en électricité,
- de la capacité de production,
- et des infrastructures de transport et de distribution de l'énergie.

L'enjeu principal concerne l'est de la région, dont l'alimentation en énergie électrique est particulièrement vulnérable, en raison de sa situation de « péninsule énergétique ». Cette situation de péninsule électrique sera réduite à l'horizon 2015 avec la mise en service du filet de sécurité 225 kV, développement de réseau indispensable à la sécurisation électrique de l'est de la région, en complément du développement des énergies renouvelables et de la maîtrise de la demande en électricité.

Par ailleurs, plus de 70% du potentiel de développement des énergies renouvelables concernent des énergies intermittentes. Dès lors, l'enjeu de la gestion de la production et des consommations apparaît fondamental (effacement des pointes de consommation d'électricité et stockage) – cet enjeu est aussi abordé dans la partie bâtiment du présent document.

Les réflexions en cours à l'échelle européenne mettent ainsi en relief la nécessité de développer d'importantes capacités de stockage d'électricité, de l'ordre de plusieurs dizaines de GW à l'horizon 2030 ou 2050, en raison du développement à forte croissance des énergies renouvelables intermittentes et des besoins croissants en services indispensables au réseau (réglage de la fréquence et de la tension, réserve de puissance ...)

Les Stations de Transfert d'Eau par Pompage (STEP) constituent en l'état actuel de l'art un moyen de stockage indirect de l'électricité performant, en termes de rendement, et de capacité et de coût investi par kW.

La France est bien pourvue en STEP avec un parc de l'ordre de 5 GW dans le cadre du mix énergétique actuel. L'article 19 de la loi Grenelle 1 encourage leur développement : la Programmation Pluriannuelle des Investissements d'électricité retient un objectif de 3 GW de puissance supplémentaire à installer pour couvrir la demande de pointe (à comparer

aux 9,2 GW de centrales de lac et aux 5 GW de STEP actuellement installés en France).

Les incertitudes actuelles qui pèsent sur le marché de l'électricité, le manque de visibilité sur le système énergétique européen, le coût des investissements et, surtout, le poids de la fiscalité et des coûts de raccordement (2/3 des frais de fonctionnement), ne permettent pas de rentabiliser aujourd'hui de tels aménagements en France et de donner des perspectives suffisamment solides aux opérateurs pour qu'ils s'engagent. Ainsi il n'y a pas de projet de nouvelle STEP identifié en France.

Le stockage d'énergie

Etant donné le fonctionnement du système électrique, l'intégration massive des énergies renouvelables intermittentes introduit des problèmes de saisonnalité (incapacité de répondre à la demande en période de sous production) et d'intermittence (incapacité de contrôler la production donc de suivre la demande ou de prévoir la production donc de détériorer la fourniture d'énergie). Dans ce contexte, les solutions de stockage peuvent être envisagées pour aider à la stabilité du système électrique, soit du point de vue de la gestion du système, soit du point de vue de la production électrique intermittente. Trois types de stockage peuvent être envisagés :

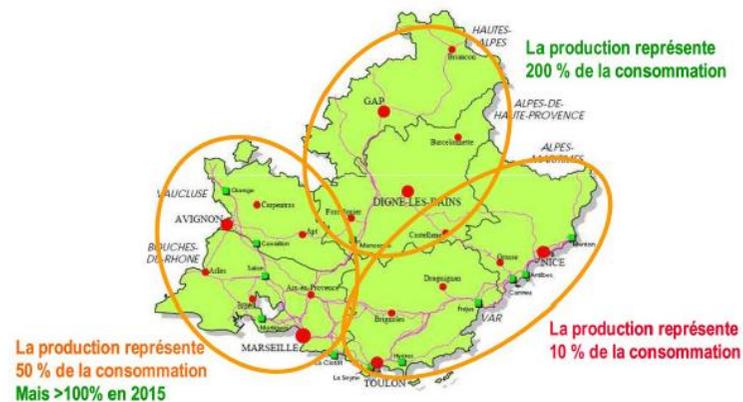
- **stockage système** : stockage centralisé placé sur le réseau pouvant aussi bien absorber qu'injecter de l'énergie à partir du réseau.
 - **stockage in-situ côté producteur intermittent** : stockage décentralisé couplé à de la production ENR et pouvant injecter sur le réseau par déstockage.
 - **stockage in-situ côté consommateur** : stockage décentralisé sur les lieux de consommation dans un but similaire au stockage système. Le développement sur le territoire régional de démonstrateurs et de pilotes industriels dans ce domaine (piles à combustibles, stockage de chaleur, batteries à forte capacité...) doit être encouragé de façon à permettre la réalisation de stockages économiquement viables à grande échelle.
- Les transports électriques peuvent aussi influencer sur le réseau : soit comme stockage système, soit comme stockage in-situ côté consommateur, suivant qu'on limite leur déstockage aux usages de transport ou qu'on autorise le déstockage pour l'alimentation du réseau.*



La région reste cependant potentiellement très concernée en raison de son potentiel élevé d'énergies renouvelables intermittentes, du nombre d'équipements hydroélectriques sur son territoire et de son relief, et doit donc rester attentive à l'évolution du développement des STEP en France et en Europe.

La problématique d'accès au réseau des projets d'énergie renouvelable électrique est importante au nord de la région, où la consommation électrique est faible et où le réseau a été avant tout conçu pour acheminer la production hydroélectrique vers le reste du territoire. Se pose alors la question de la densification de ce réseau pour permettre l'intégration de la production électrique décentralisée.

A l'échelle de l'ensemble de la région, il faut également insister sur le rôle essentiel du réseau de transport d'électricité pour le développement des énergies renouvelables et pour compenser, en l'absence de technologie de stockage à grande échelle, le caractère intermittent et aléatoire de certaines sources de production renouvelable. Cette situation ajoute également au caractère prioritaire de l'objectif de diminution de la consommation d'énergie sans laquelle les autres objectifs ne pourront être atteints et qui permette de limiter les besoins futurs en infrastructures de réseau.



Source : Rapport sur la sécurité de l'alimentation de l'est PACA, DREAL PACA

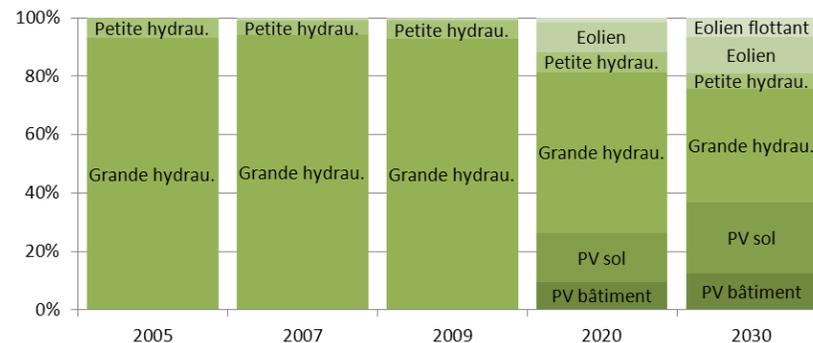
Figure 89 – Zonage de la problématique de la sécurisation du réseau électrique

Le développement des « smart grids », réseau local « intelligent » de distribution et de production d'énergie électrique.

Les smart grids consistent en une amélioration des réseaux et des procédés vers une adaptation fine de la production locale, et du (dé)stockage en temps réel d'énergie électrique, permettant ainsi l'intégration d'énergies renouvelables intermittentes supplémentaires. Cela permet également d'effacer (baisser ou couper) les consommations électriques dans les bâtiments sans affecter le fonctionnement des installations, ni dégrader le confort des utilisateurs, en contribuant ainsi à l'écrêtement des pointes de consommation, question particulièrement importante dans la région. Les smart grids nécessitent la centralisation des données de tous les lieux de production et un pilotage centralisé.

Ils peuvent être réalisés par zone territoriale si les moyens de production sont en adéquation avec la consommation à cet endroit. Ce type de réseau fait déjà l'objet d'expérimentations en Provence-Alpes-Côte d'Azur avec les projets PREMIO à Lambesc et NiceGRID dans la zone de Nice.

Répartition des productions actuelles et des potentiels d'énergie renouvelable d'électricité en région Provence-Alpes-Côte d'Azur



SRCAE Provence-Alpes-Côte d'Azur (2013), ARTELIA (ex Sogreah) d'après données SOeS, études de potentiel ENR

Figure 90 – Répartition des productions actuelles et des potentiels d'énergie renouvelable de chaleur



► Mobiliser les ressources financières nécessaires au développement des énergies renouvelables.

L'investissement à consacrer aux énergies renouvelables pour valoriser la totalité des potentiels à 2020 et 2030 est évalué entre 3,1 et 4,7 milliards d'euros par an, cela représente de 1,8% à 2,7% du PIB régional estimé à 177 milliards d'euros à 2030.

Ce chiffrage ne prend pas en compte trois énergies – la récupération de chaleur sur les réseaux d'assainissement, la thalassothermie et l'aérothermie –, ainsi que les coûts liés au nécessaire développement des infrastructures de réseaux – électrique, chaleur – et de gestion des flux – communication, stockage, délestage. Cette estimation s'appuie en grande partie sur les coûts d'investissement unitaires identifiés par le CETE Méditerranée pour l'élaboration de ce schéma.

Un travail d'ingénierie financière adaptée devra être mené pour rendre économiquement possible l'atteinte des objectifs du SRCAE, en travaillant notamment à accroître les retombées économiques locales de ces filières.

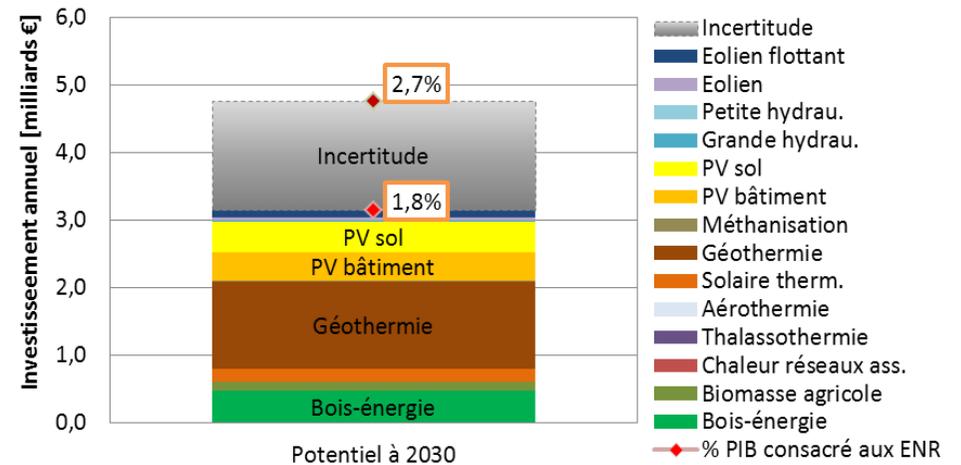
Les coûts de développement des énergies renouvelables sont à mettre en balance avec ceux liés à la facture énergétique des ménages en termes d'énergie fossile. Ce développement doit notamment contribuer à la lutte contre la précarité énergétique.

► Améliorer l'acceptabilité sociale des projets

Face au rejet de certains projets d'énergies renouvelables par une partie de la population et par certains acteurs institutionnels, un travail de communication et de sensibilisation est nécessaire.

Par ailleurs, donner la possibilité aux habitants de participer directement et de façon citoyenne au développement de ces projets est aussi un axe de travail à suivre pour assurer un développement accepté, apaisé et réussi de l'ensemble des filières.

Investissements annuels nécessaires à partir de 2009 pour réaliser le potentiel de production des ENR et comparaison avec le PIB régional



Chiffrage hors récupération de chaleur sur les réseaux d'assainissement, thalassothermie et aérothermie et des coûts des infrastructures de réseau et de gestion des flux.

SRCAE Provence-Alpes-Côte d'Azur (2013), ARTELIA (ex Sogreah), d'après CETE Méditerranée, Global Chance

Figure 91 – Investissements annuels nécessaires pour la valorisation des potentiels ENR et comparaison avec le PIB régional.

Sur les territoires naturels ou ruraux les équipements modernes sont souvent mal acceptés du point de vue de l'esthétique. Si la majeure partie de la population est favorable au développement des énergies renouvelables, le phénomène NIMBY (Not In My Back Yard) existe également : « Des éoliennes, oui, mais pas dans le voisinage de ma maison ». La réponse attendue se limite donc souvent aux deux alternatives suivantes : ne pas faire ou cacher. Se pose dès lors également l'enjeu de l'intégration paysagère des projets d'énergie renouvelable.

6 ADAPTATION AU CHANGEMENT CLIMATIQUE



6.1 S'ADAPTER AU CHANGEMENT CLIMATIQUE : ELEMENTS DE CADRAGE

6.1.1 LE CHANGEMENT CLIMATIQUE : UNE REALITE

Différents organismes à travers le monde font état d'un réchauffement sans équivoque, quel que soit le scénario d'émission de GES retenu. Les évolutions climatiques attendues, dont certaines sont déjà constatées, se répercuteront sur l'ensemble des systèmes naturels et humains :

- Le bouleversement de certains écosystèmes : migration d'espèces (notamment les espèces marines), extinction d'espèces végétales et animales menacées ;
- Dans le secteur agricole, des modifications des rendements (à la hausse ou à la baisse selon les régions) et une possible relocalisation de certaines productions ;
- Des répercussions sur la santé : mortalité due aux fortes chaleurs, redistribution géographique de certaines pathologies ;
- Accroissement des inégalités régionales concernant la disponibilité de la ressource en eau, au détriment des territoires déjà sous tension ;
- Impacts économiques et sociaux, en lien avec la redistribution des flux touristiques, l'impact des événements extrêmes sur les infrastructures...

Si toutes les régions ne seront pas touchées avec la même sévérité, chacune devra se préparer à intégrer la nouvelle donne climatique dans ses politiques.

6.1.2 PRINCIPAUX CONCEPTS DE L'ADAPTATION

L'adaptation au changement climatique

L'adaptation est définie par le GIEC comme « l'ajustement des systèmes naturels ou humains en réponse à des stimuli climatiques présents ou futurs ou à leurs effets, afin d'en atténuer les effets néfastes ou d'exploiter des opportunités bénéfiques ».

L'adaptation au changement climatique vise à réduire les vulnérabilités futures d'un territoire ou d'un secteur au changement climatique mais aussi à saisir les opportunités qui pourraient se présenter pour certains secteurs. Néanmoins, les impacts négatifs du changement climatique dépasseront probablement les impacts positifs potentiels.

► Les concepts-clés liés à la vulnérabilité et l'adaptation

La vulnérabilité d'un territoire ou d'un secteur est liée à plusieurs facteurs :

- **Son degré d'exposition** aux impacts attendus, qui découle directement de la modélisation climatique ;
- **Sa sensibilité** aux impacts sur les activités socio-économiques actuelles et futures du territoire ;
- **La capacité d'adaptation** du territoire, qui représente la capacité du territoire à opérer des mutations socio-économiques pour réduire sa sensibilité ou son exposition.

À travers ces concepts d'exposition, de sensibilité et de capacité d'adaptation, le diagnostic de vulnérabilité et des enjeux de l'adaptation doit s'inscrire dans une démarche locale.

L'enjeu des politiques d'adaptation est précisément d'accroître la robustesse des territoires ou des activités économiques aux effets du changement climatique en améliorant leur capacité d'adaptation.



» Typologie de l'adaptation

L'adaptation est donc une démarche proactive de réduction de la vulnérabilité des acteurs et des territoires au changement climatique.

L'adaptation peut prendre de multiples formes. Très schématiquement, on peut classer les mesures en quatre grandes catégories : l'amélioration des connaissances (études et recherche), la formation et l'information des acteurs, les mesures en relation avec la gouvernance (normes, réglementation, subventions, aides, fiscalité) et les mesures d'ordre technique (travaux, projets, aménagement).

» La prise de décision dans un contexte d'incertitude

L'un des principaux défis concerne la prise de décision dans un contexte d'incertitude. En effet, si un consensus existe sur les tendances au réchauffement, des questions subsistent quant à son ampleur et des incertitudes demeurent sur l'évolution du régime des précipitations et les extrêmes. De ce fait, les instances nationales conseillent de privilégier, lorsque c'est possible, des mesures d'adaptation **flexibles** – offrant la possibilité d'être ajustées au fur et à mesure des connaissances ; ainsi que des adaptations dites « **sans regret** », c'est-à-dire qui ont des bénéfices immédiats et restent pertinentes quel que soit le scénario d'évolution du climat. Des mesures qui permettent de réduire la vulnérabilité à la variabilité climatique actuelle (information, alerte, réduction des consommations d'eau) sont des exemples de mesures sans regret.

6.1.3 L'EVOLUTION DES PRINCIPAUX PARAMETRES CLIMATIQUES

Les cartes présentées ici sont le fruit d'une étude sur le changement climatique commandées par la DATAR à Météo-France.

Elles sont issues du modèle Arpège Climat développé par le Centre National de Recherche Météorologique (CNRM) qui travaille à une maille de 50km sur la France, la résolution étant ensuite affinée en modulant les résultats obtenus par une description fine de la climatologie actuelle issue de la spatialisation des observations sur la période 1971-2000.

Du fait de la méthode utilisée, l'interprétation des résultats obtenus à une échelle locale doit se faire avec précaution.

L'étude de Météo-France comporte des projections réalisées à trois horizons temporels (2030, 2050 et 2080) selon plusieurs scénarios d'émission du GIEC (A1B, A2 et B1). Le parti a été pris de ne présenter ici que quelques résultats à l'horizon 2050, pour un scénario d'émissions médian (A1B).



► Évolution des températures moyennes

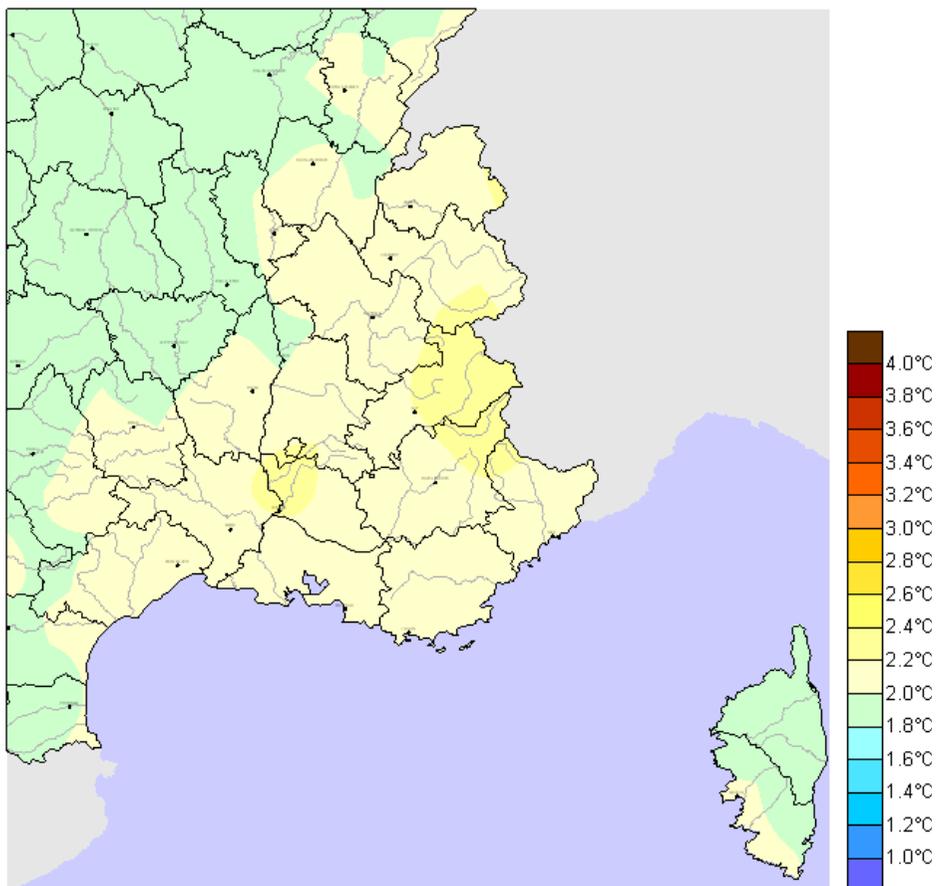


Figure 92 : Évolution de la moyenne annuelle des températures moyennes journalières par rapport à la climatologie de référence sur la période 1971-2000, à l'horizon 2050 (moyenne de la période 2036-2065), pour le scénario A1B du GIEC (scénario médian) (source : Météo-France pour la DATAR, 2010. Fourniture d'indicateurs pour caractériser le changement climatique)

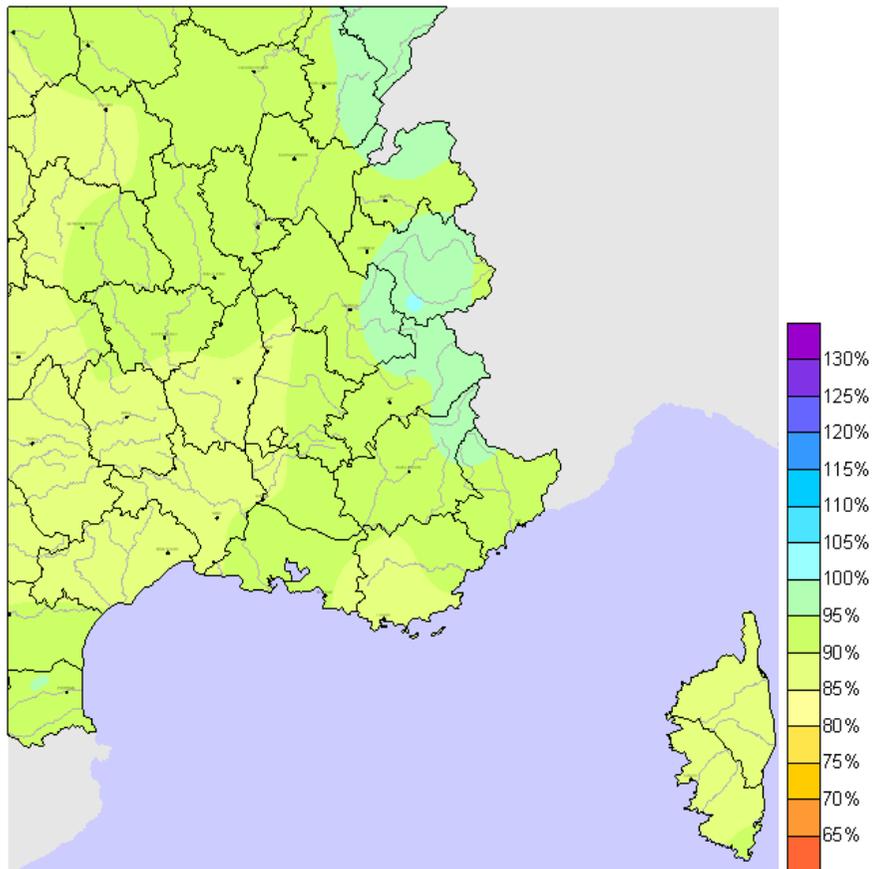
Selon le modèle de Météo-France, à 2050 pour le scénario A1B dit médian, une hausse des températures annuelles moyennes entre 2,2 et 2,4°C est attendue sur l'ensemble de la région. On observera des contrastes géographiques, avec des points chauds dans les Alpes du Sud et une partie du Vaucluse. On observera des hausses légèrement moins marquées sur le reste du territoire et notamment sur le littoral³⁷.



³⁷ Météo-France pour la DATAR, 2010



► Évolution des précipitations moyennes



Selon le scénario A1B à l'horizon 2050, on observera une diminution de la moyenne annuelle des précipitations pouvant aller jusqu'à -10%. On observera des contrastes géographiques notamment pour le littoral qui connaîtra les plus fortes baisses (-5 à -10%), les Alpes du Sud seront moins touchées³⁸.

Figure 93 : Évolution de la moyenne annuelle des précipitations par rapport à la climatologie de référence sur la période 1971-2000, à l'horizon 2050 (moyenne de la période 2036-2065), pour le scénario A1B du GIEC (scénario médian) (source : Météo-France pour la DATAR, 2010. Fourniture d'indicateurs pour caractériser le changement climatique)

³⁸ Météo-France pour la DATAR, 2010

►► Sécheresse

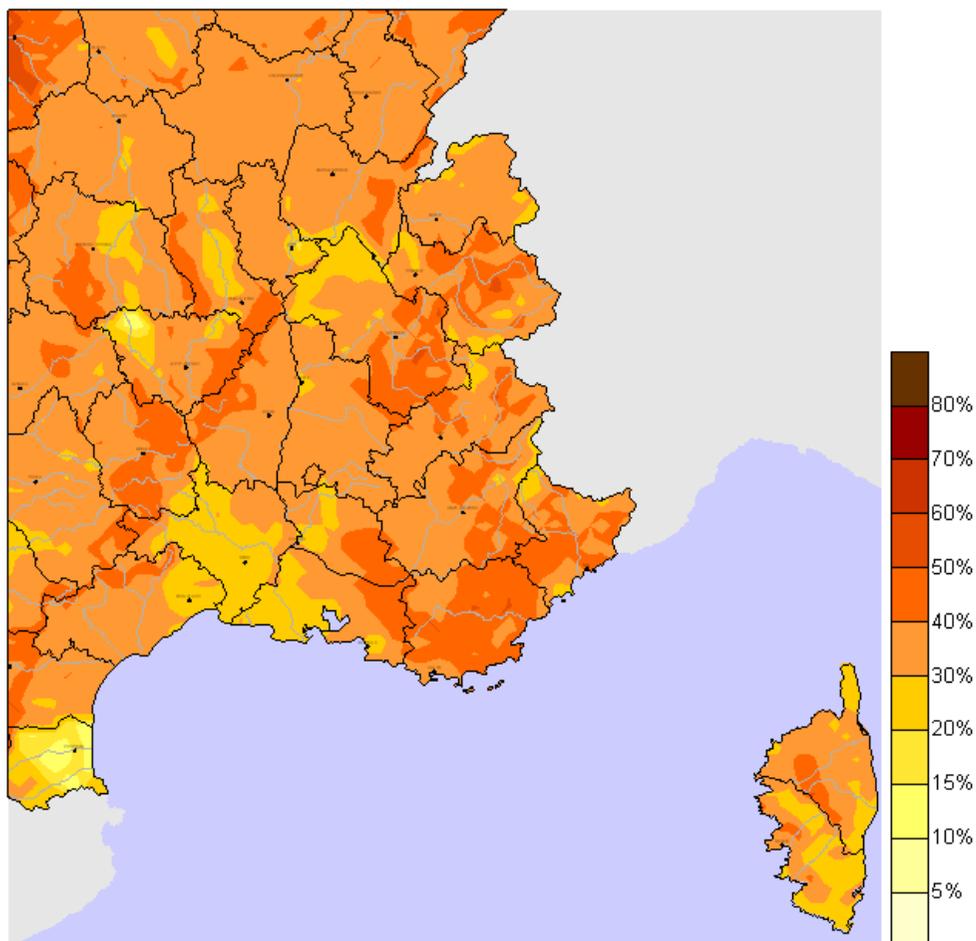


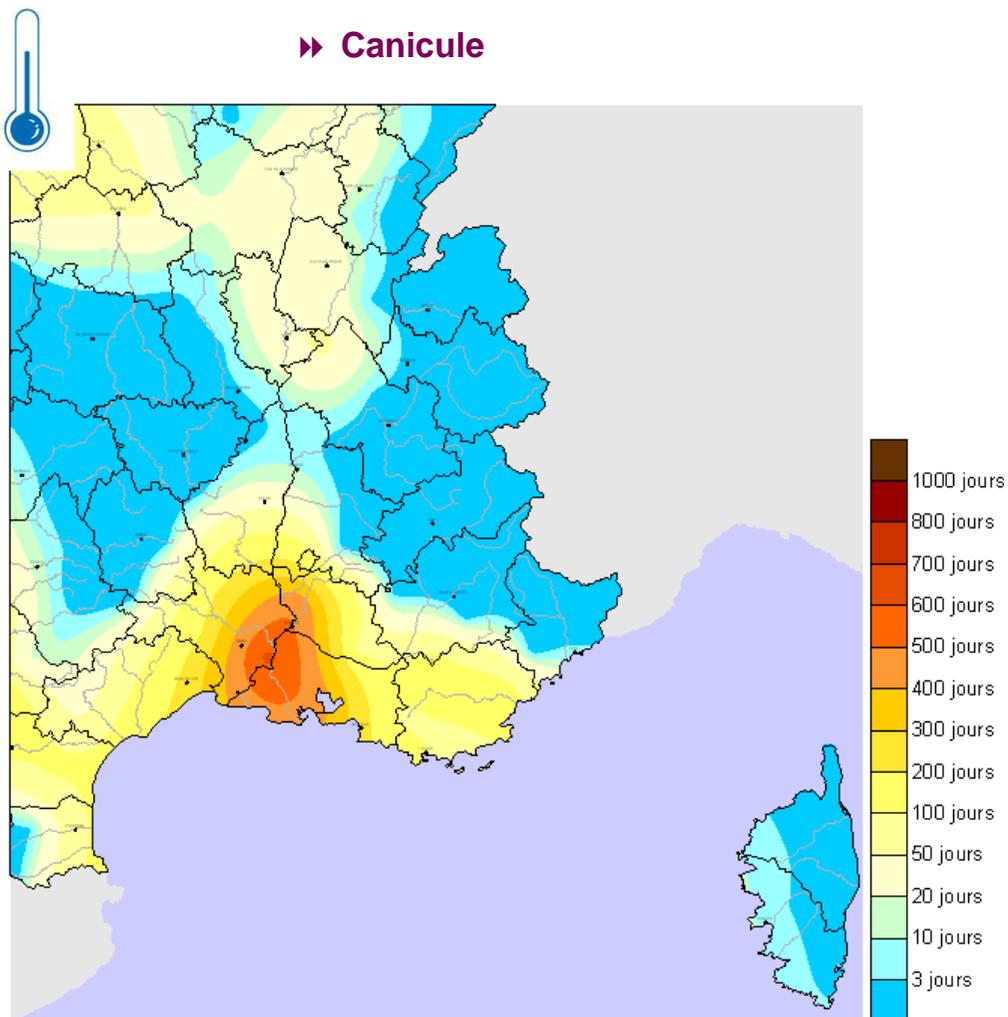
Figure 94 : Pourcentage de temps passé en état de sécheresse à l'horizon 2050 pour le scénario A1B du GIEC (scénario médian)
(source : Météo-France pour la DATAR, 2010. Fourniture d'indicateurs pour caractériser le changement climatique)

Selon le modèle de Météo-France, à l'horizon 2050 dans le scénario médian, 30 à 50% du temps sera caractérisé par un état de sécheresse (sur une période de 30 ans). Sur la carte, on observe des points chauds, notamment sur le littoral, le Sud du Vaucluse et l'Est des Bouches-du-Rhône. Ces territoires à la « sensibilité exacerbée » se distinguent et apparaissent comme particulièrement sensibles aux longues périodes sèches³⁹.



³⁹ Météo-France pour la DATAR, 2010

►► Canicule



Selon le modèle de Météo-France à l'horizon 2050 dans le scénario médian, on observera jusqu'à 20 jours par an en moyenne dans la basse vallée du Rhône présentant un caractère caniculaire. Des contrastes géographiques sont décelables avec les zones hors relief et le littoral qui sont le plus touché, notamment les Bouches-du-Rhône. *A contrario*, les Alpes du Sud présentent le nombre de jours caniculaires le plus faible⁴⁰.

►► Focus sur les principaux effets du changement climatique en région

Il est précisé que les données recensées ici proviennent de l'analyse climatique qui avait été menée en 2008 dans le cadre de l'étude MEDCIE Sud-Est Etude des effets du changement climatique sur le Grand Sud-Est. Elles viennent compléter les données issues de l'étude de Météo-France menée en 2010 pour la DATAR présentées ci-dessus.

Figure 95 : Nombre cumulé de jours sur 30 ans présentant un caractère de canicule, à l'horizon 2050 (moyenne de la période 2036-2065), pour le scénario A1B du GIEC (scénario médian) (source : Météo-France pour la DATAR, 2010. Fourniture d'indicateurs pour caractériser le changement climatique)

⁴⁰ Météo-France pour la DATAR, 2010

TEMPERATURES

Augmentation des températures moyennes :

Selon les scénarios, +0,8 à 2,1°C à l'horizon 2030, +1 à 3,1 °C en 2050, +1,4 à 5,2 °C en 2080.

Contrastes saisonniers :

L'été est la saison la plus exposée au réchauffement ;

Le printemps, l'automne et l'hiver seraient aussi sujets à un fort réchauffement à partir de 2080.

Dans le scénario A2, on attend jusqu'à +4,1 °C en automne, et jusqu'à +4 °C en hiver et au printemps sur les Alpes du Sud.

Contrastes géographiques :

Hausses maximales sur les Alpes du Sud ;

Réchauffement globalement moins rapide sur le littoral ;

La zone du delta du Rhône devrait connaître des périodes de forte chaleur particulièrement longues en été ;

La Provence est particulièrement touchée par les fortes chaleurs en été.

Augmentation du nombre de jours avec des températures supérieures à 35°C. Il pourra y en avoir jusqu'à 35 en 2080.

Augmentation de la durée des périodes de forte chaleur (lorsque le nombre de jours anormalement chauds consécutifs dépasse 6 jours).

Tendances :

Le scénario de référence correspond à une période moyenne inférieure à 2 jours.

En 2030, le scénario le plus pessimiste (A2) prévoit une moyenne atteignant 10 jours consécutifs sur les zones les plus sensibles.

En 2050, le scénario médian (A1B) prévoit des durées de périodes chaudes atteignant 20 jours par été, et ce sur toute la région, hors littoral et Alpes du Sud (15 jours). Le scénario B1, le plus optimiste, pronostique une moyenne maximale de 4 jours consécutifs.

En 2080, le scénario B1 reste le plus optimiste : 15 jours (de 3 à 5 jours sur les Alpes du Sud). Le scénario A2 anticipe jusqu'à 50 jours consécutifs de forte chaleur à l'horizon 2080 (20 à 25 jours en montagne).

Zones sensibles :

Les zones hors relief et littoral connaîtront les plus longues périodes de forte chaleur. Notons qu'à l'horizon 2080, même les projections minimales (à savoir pour le relief alpin) atteignent une moyenne de 25 jours de forte chaleur dans le scénario A2.

PRECIPITATIONS

Diminution des précipitations moyennes annuelles :

Les précipitations moyennes cumulées par an diminueront sur la région par rapport au scénario de référence (500 à 1600mm annuels sur la période 1971 à 2000), jusqu'à - 200mm cumulés par an à l'horizon 2080.

En 2030, baisse maximum d'environ 90mm cumulés par an sur la période, sur toute la zone hors relief.

En 2050, les scénarios A2 et A1B « décrochent » avec une projection allant jusqu'à -150mm en certains points.

En 2080, le scénario A2 devient bien plus pessimiste sur plus de la moitié de la région qui connaîtrait un maximum de 200mm de précipitations en moins par an.

Contrastes saisonniers :

En été, tendance à l'augmentation sur les Alpes du Sud et à la stagnation sur le reste du territoire.

Au printemps, baisse des précipitations jusqu'à -0,75 mm/jour en 2080.

En hiver, les Alpes du Sud sont les plus touchées par la baisse des précipitations « efficaces » de plus de 10mm par jour.

Contrastes géographiques :

Le relief alpin et le delta du Rhône seraient moins concernés par la baisse des précipitations dans les scénarios les plus optimistes jusqu'à 2050 (les Alpes du Sud devraient connaître une augmentation significative des précipitations en été notamment); puis le relief serait lui aussi touché.

Le delta du Rhône serait le plus exposé à l'allongement des périodes sèches.

Allongement des périodes sèches de 10 jours environ par rapport au scénario de référence, soit au total entre 20 jours secs (pour le relief) et 40 jours (sur le delta du Rhône) consécutifs par an.

Zones sensibles :

Le littoral (et plus particulièrement le delta du Rhône) est le plus sensible aux longues périodes sèches.

En hiver 2080, la région devrait être touchée par des périodes sèches plus longues qu'en 2050 selon les scénarios A1B et B1 : jusqu'à 40 jours en moyenne, soit 15 jours de plus qu'en 1971-2000. En été, les périodes sèches ne devraient pas tant s'allonger : jusqu'à 25 jours sur le littoral en 2080, soit 5 jours de plus qu'à la période de référence.





6.2 LA RESSOURCE EN EAU

6.2.1 IMPACTS

► Impacts du changement climatique sur la ressource en eau : éléments de cadrage

Les impacts du changement climatique et des activités humaines sur la ressource en eau sont complexes. Le **changement climatique**, en modifiant les régimes de précipitation et d'évaporation, **joue un rôle déterminant sur la disponibilité future de la ressource en eau**, alors que **les pratiques socio-économiques jouent plutôt un rôle sur les besoins en eau liés aux activités humaines et à l'équilibre des milieux naturels**. D'après l'ONERC, si l'on considère une stabilité de la demande, **un déficit de 2 milliards de m³ par an pour tous les usages pourrait être observé à l'horizon 2050 en France** : quasiment tous les secteurs d'activité devront s'adapter à des risques accrus de concurrence sur la ressource en eau. Par ailleurs, toutes les régions ne seront pas touchées de manière égale : **les régions les plus affectées seraient celles qui sont d'ores et déjà confrontées à des déficits structurels, des problèmes de contamination par des composants toxiques ou des pollutions agricoles⁴¹**.

⁴¹ SGAR PACA - MEDCIE Sud-Est, mai 2008, *Étude des effets du changement climatique sur le Grand Sud-Est Rapport PACA Partie III : Fiches sectorielles d'impacts*

► Principaux impacts en Provence-Alpes-Côte d'Azur

► L'évolution quantitative de la ressource

Le **diagnostic du programme SOURCE⁴²** est le suivant : une ressource importante mais inégalement répartie dans le temps et dans l'espace, des ressources souterraines mal connues et un potentiel d'économies d'eau très important.

Une particularité régionale est la **pratique des transferts d'eau** entre les différents sous-bassins : c'est ainsi que certaines zones sont « sécurisées » car elles sont alimentées par les grandes installations de transfert de l'eau alors que d'autres régions ne peuvent compter que sur leurs ressources propres. Par ailleurs, il est à noter que les prélèvements pour l'irrigation dans le Rhône sont minimes. **La région souffre d'ores et déjà de sécheresses chroniques en été**. Malgré les transferts d'eau, il existe des problèmes de disponibilité localisés principalement dans l'arrière-pays des départements littoraux ainsi que sur les zones de montagne : les assecs (période pendant laquelle une rivière est asséchée) sont normaux (en région méditerranéenne) et fréquents dans l'arrière-pays des départements côtiers et dans les zones alpines, du fait de sécheresses répétées. Les prélèvements, pour l'agriculture⁴³ notamment, les accentuent.

Dans un contexte de hausse globale des températures et de diminution des précipitations (baisse plus marquée dans le sud et plus marquée en été), **on peut s'attendre à une diminution des ressources en eau, considérées comme « sécurisées »**, avec des conséquences en premier lieu sur l'équilibre des écosystèmes mais aussi sur les capacités d'irrigation, la production hydroélectrique, et l'approvisionnement en eau potable. Les régions les plus affectées seraient celles qui sont d'ores et déjà confrontées à des déficits structurels et à des pollutions.

⁴² Agence de l'eau RMC - Région PACA, novembre 2010, *Assises régionales de l'eau Schéma d'orientations pour une utilisation raisonnée et solidaire de la ressource en eau Note de synthèse du diagnostic*

⁴³ Agence de l'eau RMC - Région PACA, novembre 2010

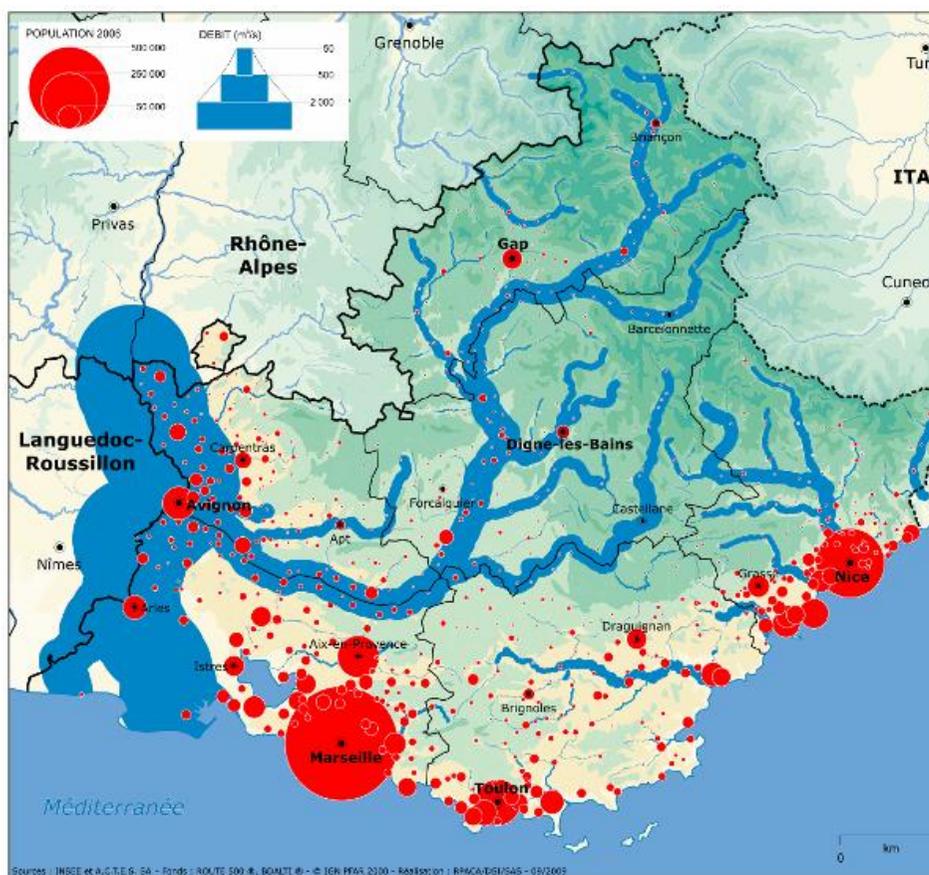


Figure 96 : *Contraste entre la disponibilité de la ressource en eau et la distribution de la population en en 2005 (source : Agence de l'Eau - Région Provence-Alpes-Côte d'Azur, novembre 2010, Assises régionales de l'eau - Schéma d'orientations pour une utilisation raisonnée et solidaire de la ressource en eau)*

Par ailleurs, des études montrent que, dans le sous-bassin de la Haute-Durance, des fontes précoces du manteau neigeux provoqueront des périodes de basses eaux beaucoup plus prononcées en juillet et août et une avancée de la période de forte crue de juin à mai.



Sachant que les prélèvements en région sont assurés pour 85% par les eaux superficielles et pour 15% par les eaux souterraines, les pressions pesant sur les eaux superficielles pourraient augmenter⁴⁴. L'irrigation constitue à elle seule 76% des prélèvements en eaux superficielles de la région si on ne compte pas l'activité hydroélectrique.

Les prélèvements par type de ressource en Provence-Alpes-Côte d'Azur⁴⁵ :

- 76% des ressources superficielles et 5% des ressources souterraines étaient utilisées pour l'agriculture irriguée.
- 15% de l'eau superficielle et 78% de l'eau souterraine étaient utilisées pour la consommation domestique
- 8% de l'eau superficielle et 15% de l'eau souterraine étaient utilisées pour l'industrie
- 1% de l'eau superficielle et 2% de l'eau souterraine étaient utilisées pour la production d'énergie

⁴⁵ Source des données : Outil EIDER du MEDDTL-SOeS, 2007



Répartition par usage des volumes d'eau utilisés en 2009

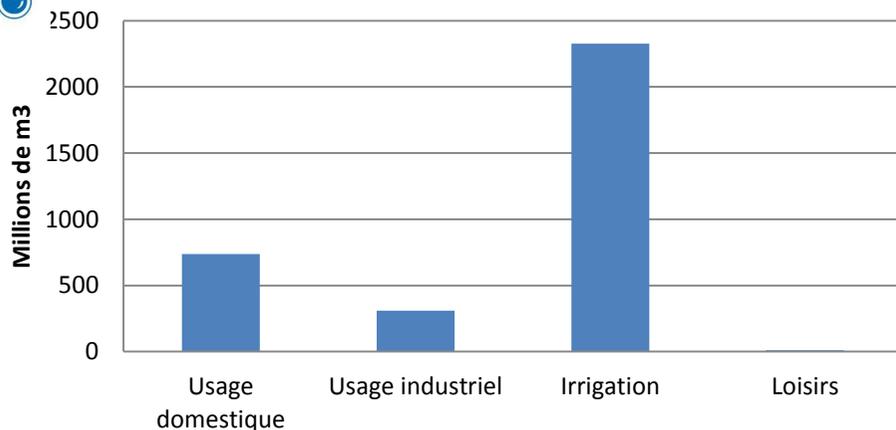


Figure 97 : Répartition par type d'usage des volumes d'eau utilisés en Provence-Alpes-Côte d'Azur en 2009 (Source : DREAL PACA, 2009, CARTOPAS)

► L'évolution qualitative de la ressource

Des **pressions de pollution** (industries, population) existent **sur la frange littorale**. L'accumulation des polluants (intrants, métaux lourds, pesticides, effluents divers) dégrade la qualité des eaux, notamment en **Camargue**.

Dans l'arrière-pays également, bien que les pressions soient plus faibles, les ressources en eau potable étant prélevées sur des sources avec de faibles capacités de recharge, la qualité de l'eau peut être ponctuellement mauvaise car les pollutions ne peuvent pas être diluées.

La variation des débits a aussi un impact important sur la qualité des eaux superficielles : c'est en effet en été, lorsque la ressource est à son niveau le plus bas et la pression la plus forte, que l'on observe la plus importante concentration de polluants.

Avec le changement climatique, la **qualité chimique et bactériologique des eaux pourrait diminuer** en raison de la moindre capacité des milieux à diluer les pollutions.

De plus, l'élévation attendue du niveau de la mer accroît le **risque de salinisation des eaux**, résultant en une baisse de la quantité d'eau douce disponible et une hausse du coût et de la complexité du traitement des eaux (système de « désalinisation » par introduction d'eau douce).

Le risque est **augmenté par l'exploitation intensive des nappes sur le littoral en période estivale**⁴⁶.

Les usages par secteur⁴⁷ :

- Agriculture : 66%
- Usage domestique : 25%
- Usage industriel : 7%
- Usage énergétique : 2%

Les usages par département⁴⁸ :

- Bouches-du-Rhône : $\frac{3}{4}$ pour l'irrigation
- Alpes-Maritimes : 91% pour l'usage domestique

Voir carte en **Annexe 1**

Points de repères pour le bassin Rhône-Méditerranée⁴⁹ :

- 17 territoires de la région présentent un déséquilibre chronique entre l'eau disponible et les prélèvements ;
- **Les besoins en eau potable augmenteront de 20% dans les 25 prochaines années.**

⁴⁶ SGAR PACA - MEDCIE Sud-Est, mai 2008

⁴⁷ DREAL, 2010

⁴⁸ DREAL, 2010

⁴⁹ Agence de l'eau RMC, 2011



6.2.2 VULNERABILITE REGIONALE

► Vers une multiplication des concurrences entre les usages ?

- La région est d'autant plus vulnérable à la diminution de la ressource en eau que la demande pour ses usages pourrait augmenter si les systèmes restent inchangés ;
- **Les besoins pour la consommation domestique** pourraient augmenter en raison de la **croissance démographique** (5,4 à 5,7 millions d'habitants en 2040 contre 4,8 en 2006⁵⁰) **et de la demande estivale liée au développement touristique** (220 millions de nuitées dans les hôtels en 2008) ;
- **L'agriculture régionale, dont une partie importante** fait appel à l'irrigation (production fruitière, horticulture, plantes aromatique), est **particulièrement vulnérable : les besoins potentiels d'irrigation pourraient augmenter** si les systèmes sont inchangés. Il est à noter que l'irrigation constitue à elle seule 76% des prélèvements en eaux superficielles de la région ;
- Les activités fluviales et hydroélectriques sur le Rhône et la Durance sont vulnérables en raison de la baisse des débits des cours d'eau et de l'augmentation des épisodes de crues ;
- La vulnérabilité des écosystèmes aquatiques sera accrue (voir fiche « Biodiversité ») ;
- La question de la vulnérabilité de certaines activités touristiques doit aussi être posée (neige de culture, tourisme aquatique) ;
- La vulnérabilité devra être étudiée de manière plus fine par sous-bassins puisqu'à ce jour, **la région est desservie par trois principaux grands bassins versants à savoir le bassin versant**

⁵⁰ INSEE, 2010

côtier, celui de la Durance et celui du Rhône, le bassin de la Durance alimentant près des 2/3 de la région⁵¹.

La culture historique de la rareté de l'eau dans la région a en partie disparu en raison de la méconnaissance du grand public ou de certains agriculteurs du système de l'alimentation en eau de la région, qui entraîne une utilisation excessive de l'eau. La réactivation de cette culture pourrait probablement facilement être réintroduite dans les habitudes des populations, constituant une opportunité pour la région⁵².



► Zones régionales à sensibilité exacerbée en matière de ressource en eau

- Pour la quantité : Tous les bassins sont concernés y compris ceux qui sont « sécurisés ». Toutefois les bassins qui sont d'ores et déjà en déséquilibre quantitatif sont les plus vulnérables.
- Les Alpes-Maritimes (études en cours) ;
- Pour la qualité : Littoral, Camargue et arrière-pays ;
- Bassin de la Durance⁵³.

La carte présentée page suivante présente met en relief la sensibilité quantitative de la ressource en eau (bassins versants actuellement en situation de déséquilibre quantitatif).

⁵¹ SGAR PACA - MEDCIE Sud-Est, mai 2008

⁵² ARTELIA pour la DREAL et le Conseil Régional de PACA, septembre 2011, Synthèse des contributions de la session 1 de l'atelier « Adaptation » du 30/09/2011

⁵³ ARTELIA pour la DREAL et le Conseil Régional de PACA, septembre 2011

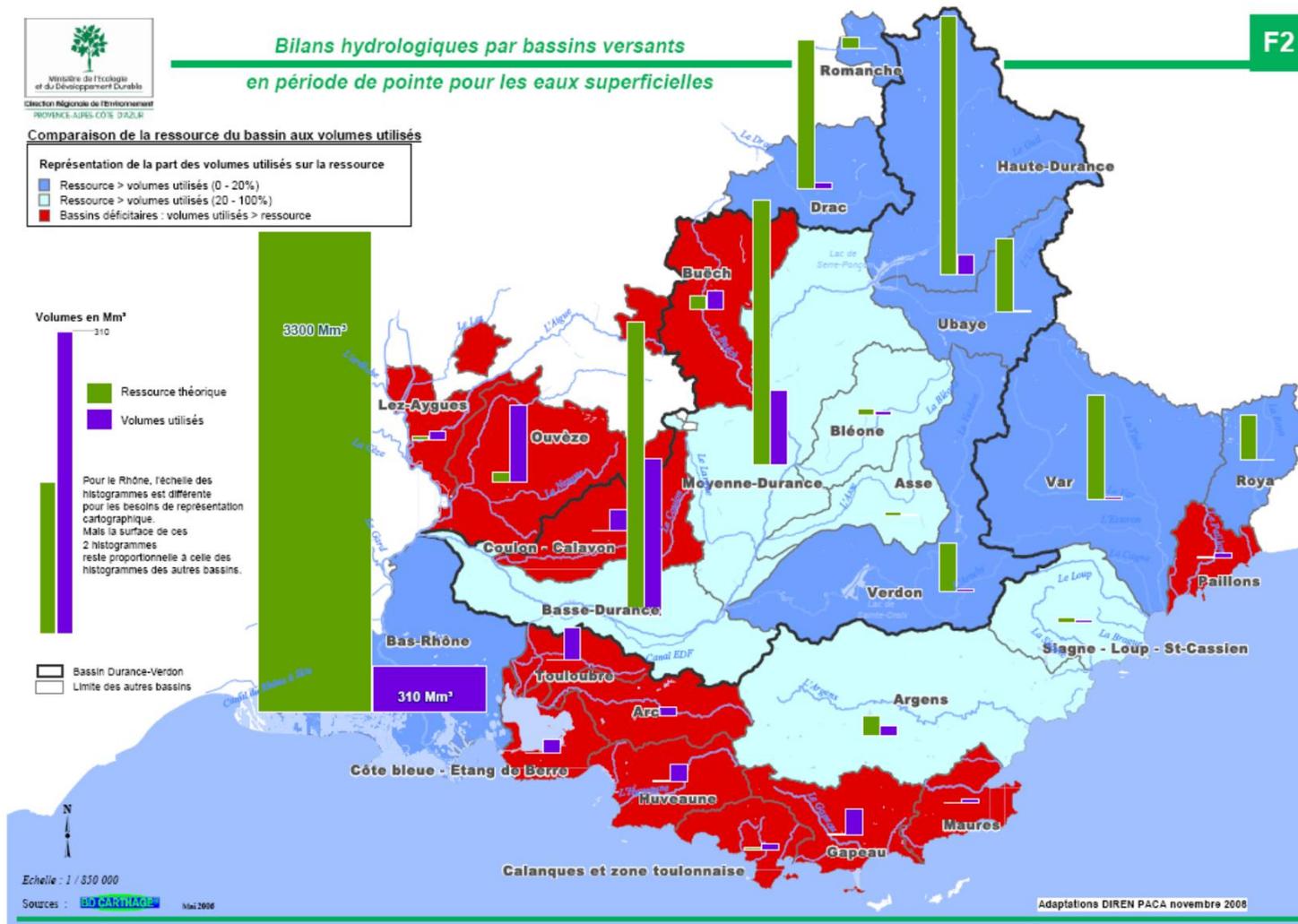


Figure 98 : Bilans hydrologiques par bassins versants en période de pointe pour les eaux superficielles (Source : Agence de l'Eau – Région Provence-Alpes-Côte d'Azur, novembre 2010, Assises régionales de l'eau - Schéma d'orientations pour une utilisation raisonnée et solidaire de la ressource en eau)

6.3 LA BIODIVERSITE

6.3.1 IMPACTS

► Impacts du changement climatique sur la biodiversité : éléments de cadrage

Le changement climatique exercera de manière évidente **une pression importante au niveau mondial sur les espèces vivantes et le fonctionnement des écosystèmes terrestres et aquatiques**. À ce jour, de nombreux impacts potentiels ont été identifiés tels que :

- La modification de la répartition des espèces, avec des déplacements et migrations en altitude et latitude.
- La disparition de certaines espèces animales et végétales ;
- La dégradation des milieux naturels et la fragmentation des habitats ;
- L'apparition d'espèces envahissantes dans certains écosystèmes⁵⁴.

La situation est d'autant plus préoccupante que les écosystèmes, supports de la biodiversité, rendent des services « gratuits » (protection contre les inondations, pollinisation, beauté des paysages) dont la perte fait aujourd'hui l'objet de nombreuses évaluations économiques. Dans ce contexte, la préservation de la biodiversité face au changement climatique est une préoccupation majeure au niveau mondial.

► Principaux impacts en Provence-Alpes-Côte d'Azur

De nombreux travaux de recherche sont en cours pour tenter d'évaluer les impacts du changement climatique sur la biodiversité au niveau local tant les processus à l'œuvre sont complexes.

⁵⁴ Groupe Interministériel, 2009, *Evaluation du coût des impacts du changement climatique et de l'adaptation en France Partie II Rapport des groupes transversaux*

► Les impacts sur la biodiversité marine

La température des eaux profondes en Méditerranée Nord Occidentale a augmenté de 0,12°C entre 1959 et 1989⁵⁵, un réchauffement « minime » mais qui pourrait modifier la dynamique des interactions entre les espèces⁵⁶. Tout comme les autres régions françaises, **la région pourrait voir apparaître de nouvelles espèces marines** (certaines comme la girelle paon inconnues jusqu'à récemment des côtes françaises sont apparues au large de la Côte d'Azur par exemple) et en voir décliner d'autres particulièrement sensibles aux variations de températures. Par ailleurs, **le développement d'espèces envahissantes**, en raison du réchauffement de l'eau et de l'introduction d'espèces nouvelles (selon le PNR de Port-Cros, le rythme actuel d'introduction d'espèces nouvelles en méditerranée est d'une toutes les deux semaines) devrait également fragiliser la biodiversité.

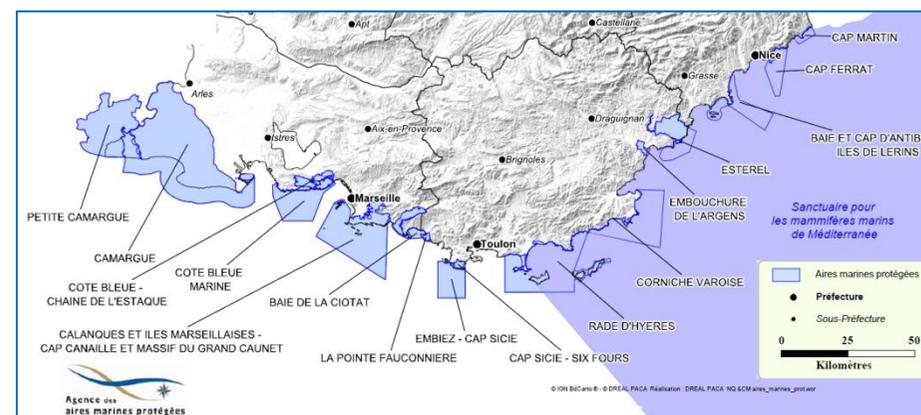


Figure 99 : Les aires marines protégées en 2011 (Source : DREAL PACA, Agence des aires marines protégées)

⁵⁵ Béthoux et al. (1990)

⁵⁶ PNUF, 2008, *Impact des changements climatiques sur la biodiversité en Mer Méditerranée (SGAR PACA - MEDCIE Sud-Est, mai 2008)*



► Les impacts sur la biodiversité terrestre

La biodiversité terrestre de la région pourrait être impactée à plusieurs égards : certaines espèces de montagne qui sont déjà en limite d'aire de répartition en altitude sont particulièrement sensibles.

Par exemple, des observations indiquent déjà une baisse significative des effectifs de la population de perdrix bartavelles dans les Alpes du Sud. Le développement d'espèces envahissantes pourrait être un facteur important de déclin et d'extinction d'espèces terrestres locales. Enfin, les risques naturels pourront exercer un stress supplémentaire sur la biodiversité.

Enfin, la fragilisation de la biodiversité de la région pourrait avoir des conséquences économiques pour certains secteurs d'activités. Le tourisme pourrait être le premier impacté puisque les paysages, milieux et espèces naturels peuvent avoir une incidence - positive ou négative - sur les flux touristiques et l'attractivité du territoire. Par ailleurs, le développement d'espèces envahissantes telles que l'ambrosie pourrait constituer une menace pour la santé humaine⁵⁹.

► Zones à sensibilité exacerbée en termes de biodiversité

Tous les espaces de biodiversité présentent une sensibilité du changement climatique, qu'ils soient anthropisés (Espace de l'axe Vallée du Rhône et Littoral) ou « naturels » (Espaces arrière-pays, montagne, mer). Des particularités se distinguent cependant :

- L'espace Camargue du fait de l'érosion et de la remontée attendue du niveau marin ;
- Les espaces de montagne⁶⁰.

59 SGAR PACA - MEDCIE Sud-Est, mai 2008

60 ARTELIA pour la DREAL et le Conseil Régional de PACA, septembre 2011

► Points de repère régionaux en termes de biodiversité⁶¹

- En 2006, 41,5% de superficies classées en ZNIEFF, 14,2% en ZICO et en 2007, 30,53% en zone Natura 2000 ;
- 4 000 espèces recensées dont 511 protégées et 86 espèces endémiques ;
- 184 espèces de plantes et 44 espèces d'oiseaux directement menacées par le changement climatique ;
- A fin 2012 : 4 parcs nationaux, 6 parcs naturels régionaux et 4 parcs naturels régionaux en projet, 2 conservatoires botaniques nationaux, 34000ha de patrimoine appartenant au Conservatoire du littoral, 1 parc marin (Parc Marin de la Côte Bleue), plusieurs aires marines protégées (voir carte).

La région présente de nombreux critères de vulnérabilité qui pourraient être exacerbés, d'une part du fait d'une urbanisation croissante, et d'autre part du fait des activités économiques qui pourraient exercer des pressions supplémentaires. On peut notamment citer le risque de remontée en altitude des activités touristiques hivernales de moyenne montagne dont les aménagements pourraient fragiliser davantage les écosystèmes d'altitude, entraînant des conflits d'usages et des pollutions. Néanmoins, face à ces importants facteurs de vulnérabilité, le territoire dispose de nombreux atouts à travers notamment ses réseaux d'aires protégées terrestres et marines⁶².

61 Sources : DIREN PACA, 2006 & IFEN, Eider & Région PACA

62 SGAR PACA - MEDCIE Sud-Est, mai 2008



6.4 LA SANTE

6.4.1 IMPACTS

► Impacts du changement climatique sur la santé : éléments de cadrage

Les impacts du changement climatique auront une incidence sur la santé publique, y compris dans les pays développés : augmentation des allergies, développement de maladies infectieuses, stress post-traumatique lié aux événements extrêmes. Le risque principal reste cependant celui lié aux maladies et décès en relation avec des périodes de fortes chaleurs dont la fréquence et l'intensité augmenteront avec le changement climatique. Le lourd bilan sanitaire de la canicule de 2003 (près de 15 000 décès directs en France d'après l'INSERM) témoigne de l'importance des effets du climat sur la santé⁶³.

► Principaux impacts en Provence-Alpes-Côte d'Azur

► L'impact des vagues de chaleur

Les canicules constituent un risque sanitaire majeur (problèmes respiratoires et cardiovasculaires). Il est particulièrement élevé dans les zones urbaines, pour deux raisons principales : l'effet d'îlot de chaleur urbain et la pollution à l'ozone augmentée lors de fortes chaleurs. Les populations à risque sont en priorité les personnes âgées et les jeunes enfants. Mais d'autres publics sont aussi concernés : sportifs, travailleurs, personnes marginalisées et touristes n'ayant pas la culture des fortes chaleurs⁶⁴.

Du fait de son climat méditerranéen caractérisé par des étés secs et chauds, la région apparaît comme fortement exposée aux vagues de chaleur par rapport à d'autres régions de France. Pourtant les conséquences de la canicule 2003 y ont été relativement plus modérées

⁶³ Groupe Interministériel, 2009

⁶⁴ SGAR PACA - MEDCIE Sud-Est, mai 2008

que dans d'autres régions en raison d'une meilleure «culture de la chaleur». Les principales zones urbaines de la région ont cependant été diversement touchées par la canicule de 2003 : Marseille a connu une surmortalité de 25% pendant cette période alors que Nice a connu une surmortalité de 53%⁶⁵.

Les fortes chaleurs ont également tendance à exacerber localement la pollution atmosphérique, en favorisant la formation **d'ozone et autres polluants**. Avec le changement climatique, l'augmentation de ces polluants atmosphériques en zone urbaine pourrait accroître **l'incidence des maladies respiratoires chroniques**.

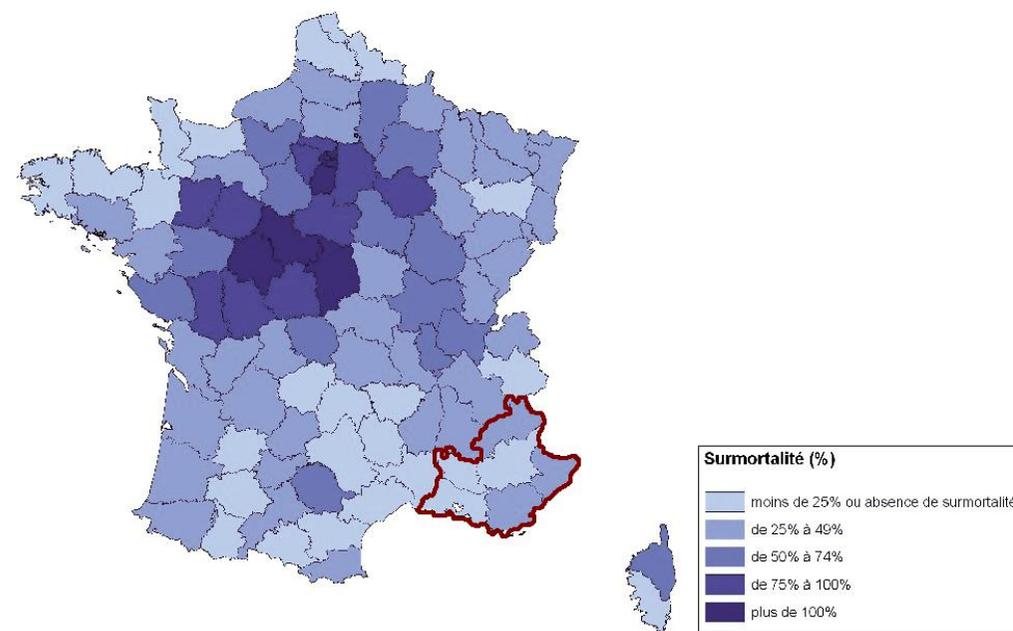


Figure 100 : Surmortalité par départements en France métropolitaine du 1er au 20 août 2003 (Source : Institut de veille sanitaire - BESANCENOT, 2005, La mortalité consécutives à la vague de chaleur de l'été 2003 - Étude épidémiologique)

⁶⁵ SGAR PACA - MEDCIE Sud-Est, mai 2008



► Les conséquences indirectes du changement climatique sur la santé

Certaines plantes allergisantes sont d'ores et déjà présentes en région Provence-Alpes-Côte d'Azur, comme l'ambrosie (dans les Bouches-du-Rhône). Le changement climatique pourrait favoriser leur développement⁶⁶.

Bien que la région ne présente pas de problèmes généralisés en termes de qualité de l'eau, elle témoigne de disparités importantes en termes de **qualité bactériologique des eaux distribuées** : certains territoires comme les Hautes-Alpes, les Alpes-de-Haute-Provence et le littoral, peuvent être ponctuellement concernés par la dégradation de la qualité des eaux. Ceci pourrait être exacerbé par le changement climatique⁶⁷.

La surveillance de l'émergence de maladies vectorielles représente un enjeu pour la région. Selon l'ARS (Agence régionale de la santé), les moustiques vecteurs potentiels de la Chikungunya et de la Dengue sont déjà présents dans la région depuis quelques années⁶⁸.

► Points de repères

- Une surmortalité de 53% à Nice lors de la canicule 2003 ;
- 9,3% de la population régionale âgé de plus de 75 ans ;
- 688 000 personnes supplémentaires âgées de plus de 60 ans en 2040 ;
- Importante fréquentation touristique ;
- Importante pollution urbaine et industrielle ;
- Présence de moustiques vecteurs (Chikungunya, Dengue).

6.4.2 VULNERABILITE REGIONALE

► Facteurs de vulnérabilité face aux canicules

⁶⁶ SGAR PACA - MEDCIE Sud-Est, mai 2008

⁶⁷ SGAR PACA - MEDCIE Sud-Est, mai 2008

⁶⁸ SGAR PACA - MEDCIE Sud-Est, mai 2008

- L'âge moyen élevé de la population est un facteur de vulnérabilité en région : la proportion de personnes âgées de plus de 75 ans est 9,3% contre 8,1% au niveau national. Cette vulnérabilité sera aggravée par le vieillissement attendu de sa population : selon l'INSEE, la région devrait compter 688 000 personnes âgées supplémentaires de plus de 60 ans en 2040⁶⁹ ;
- Le niveau socio-économique pourrait également représenter un facteur de vulnérabilité si l'on se réfère à la part des bénéficiaires de l'allocation chômage qui est supérieure à la moyenne française (9,4% contre 7,6% en 2005) ;
- L'importante pollution urbaine et industrielle, notamment dans le quart sud-est de la région, et la forte exposition à l'ozone sont des facteurs aggravant la vulnérabilité. Ces éléments, combinés aux fortes chaleurs, peuvent avoir des conséquences sanitaires importantes ;
- L'augmentation de la fréquence et de l'intensité des canicules en région pourrait augmenter la vulnérabilité de certaines populations jusqu'ici relativement épargnées : touristes, travailleurs en extérieur, jeunes en centres de vacances, etc. ;
- L'efficacité opérationnelle des Plans Canicule départementaux et les actions de lutte contre les îlots de chaleur urbains (Cf. Fiche Confort Thermique) jouent un rôle-clé sur la vulnérabilité des populations urbaines.

►► Autres facteurs de vulnérabilité

- La proximité avec l'Italie du Nord qui a déjà fait l'objet d'épidémies de Dengue ou de Chikungunya augmente la vulnérabilité de la région d'autant que le moustique vecteur a déjà été repéré sur le territoire. La qualité des systèmes de surveillance et d'alerte joue un rôle central.

⁶⁹ INSEE PACA, décembre 2010, Ralentissement démographique et vieillissement à l'horizon 2040

6.5 LES RISQUES NATURELS ET LES INFRASTRUCTURES

6.5.1 IMPACTS

► Impacts du changement climatique sur les risques naturels : éléments de cadrage

Le lien entre le changement climatique et l'évolution des risques naturels est marqué par une forte incertitude liée à la complexité des événements climatiques extrêmes (inondations fluviales, risques côtiers, mouvements de terrains, tempêtes, incendies, etc.). Cette incertitude est d'autant plus marquée pour certains événements comme les inondations fluviales ou les tempêtes. Néanmoins, le quatrième rapport du GIEC met en lumière l'influence du changement climatique sur l'évolution de l'intensité et de la fréquence d'événements climatiques extrêmes. L'incidence du changement climatique sur les risques naturels fait actuellement l'objet de nombreuses recherches, que ce soit au niveau national, européen ou international⁷⁰.

Ces événements climatiques extrêmes existent d'ores et déjà en France et leurs conséquences sur la santé humaine et l'économie (infrastructures et activités) sont considérables (par exemple, selon la Fédération Française des Sociétés d'Assurance, les dommages engendrés par la tempête Klaus ont été évalués entre 1,2 et 1,4 milliards d'euros⁷¹). La vulnérabilité d'un territoire sera conditionnée par la présence d'infrastructures et de populations en zones à risques.

⁷⁰ Groupe Interministériel, 2009

⁷¹ Fédération Française des Sociétés d'Assurance, 2009

► Principaux impacts

La région est déjà fortement exposée aux risques naturels : feux de forêts, inondations, mouvement de terrains, avalanches etc. Toutes les communes de la région sont concernées par au moins un risque naturel⁷².



► Risques d'incendies

La recrudescence des périodes de sécheresse estivale et des périodes de fortes chaleurs devrait entraîner une augmentation du risque de feux de forêts et un allongement de la période à risque. Cette tendance, mise en exergue par de nombreux scientifiques, est d'autant plus marquée dans les régions méditerranéennes. Dans la région, les feux de forêts représentent un risque majeur notamment en période de sécheresse : plus de 95% des communes sont concernées.

► Risques d'inondations

La région est également exposée aux risques d'inondations, qu'il s'agisse de crues de plaine (crues du Var à Nice en 1994, ou celles du Rhône en 2002 et 2003), des crues torrentielles ou des inondations par ruissellement (Marseille en 2000 et 2003, Aix-en-Provence en 1994) qui affectent aussi bien les zones urbaines qu'agricoles. Or, la fonte plus précoce des neiges et l'augmentation des épisodes de fortes précipitations pourraient représenter des facteurs d'augmentation de ce risque. Toutefois, l'impact du changement climatique sur le système hydrologique à l'échelle régionale est complexe à analyser. De nombreuses incertitudes persistent sur les projections futures de l'évolution des débits des cours d'eau⁷³.

⁷² SGAR PACA - MEDCIE Sud-Est, mai 2008

⁷³ SGAR PACA - MEDCIE Sud-Est, mai 2008



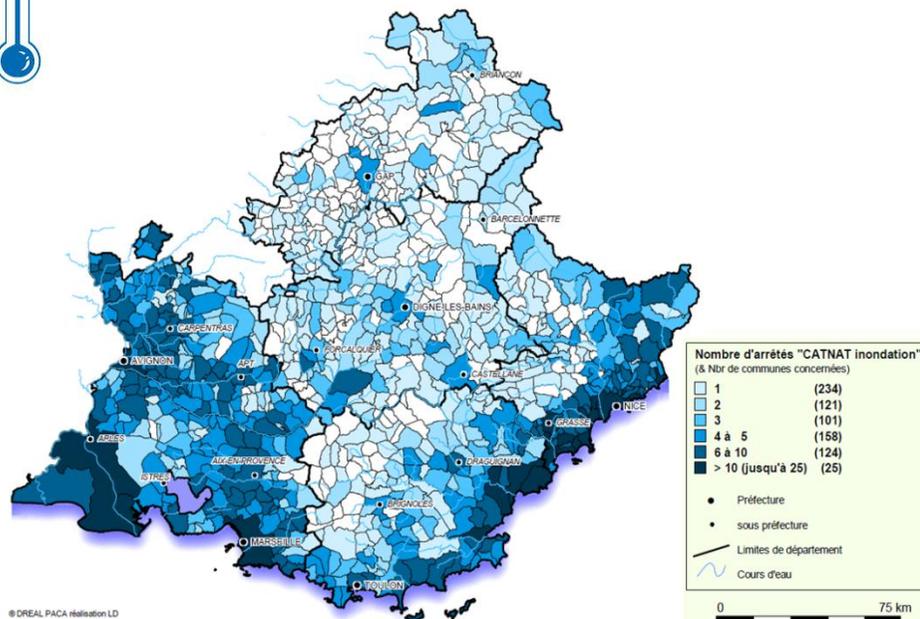


Figure 101 : Carte des arrêtés de catastrophes naturelles Inondations en région Provence-Alpes-Côte d'Azur en 2011 (source : DREAL PACA, juin 2011, CARTOPAS)

► Le retrait-gonflement des argiles

Le changement climatique peut avoir une incidence directe sur la stabilité des sols (aggravation du phénomène d'érosion, fonte des neiges etc.), via notamment les évolutions de la pluviométrie (étés plus secs, hivers plus humides), modifiant le contenu en eau des sols. Cette évolution représente un facteur majeur de mouvements de terrains. Dans la région, **les risques liés aux mouvements de terrain** sont divers en raison de la forte disparité géologique de la région (montagnes, littoral etc.). La partie montagneuse est principalement concernée par des chutes de blocs, avalanches et

glissements de terrains, alors que les risques majeurs de mouvements de terrains sur le littoral sont liés aux phénomènes de retrait-gonflement des argiles et aux effondrements de cavités souterraines. On peut donner l'exemple des Alpes-Maritimes qui sont très exposées. De plus, l'amenuisement des peuplements forestiers en raison des modifications climatiques pourrait également favoriser ces phénomènes⁷⁴.

► L'érosion et les submersions marines

L'érosion et les submersions marines représentent également des enjeux particulièrement importants dans la région puisque certains impacts attendus du changement climatique tels que l'élévation du niveau marin ou l'intensification de l'énergie de la houle exacerberont ces phénomènes qui grignoteront progressivement le littoral. Certaines zones comme la Camargue sont fortement exposées aux inondations par la mer.

La problématique de *l'évolution de trait de côte est également un enjeu d'adaptation pour les activités touristiques* (se reporter au chapitre 6.8).

► Autres risques naturels

Les risques d'avalanches sont également importants dans la région. Enfin, bien que l'incertitude soit très importante quant à l'impact du changement climatique, **les épisodes extrêmes de tempêtes et de grêle** également importants dans la région pourraient augmenter au cours du XXI^e siècle⁷⁵.

Le changement climatique, avec des précipitations plus importantes en hiver et des sécheresses plus fréquentes en été, **augmentera l'exposition de la région aux risques naturels** (incendie, inondations et mouvements de terrain). Il est important de préciser que les risques naturels n'augmenteront pas seulement sur les lieux fortement anthropisés mais également sur les territoires agricoles. Il existe en effet de nombreuses

⁷⁴ SGAR PACA - MEDCIE Sud-Est, mai 2008

⁷⁵ SGAR PACA - MEDCIE Sud-Est, mai 2008



zones agricoles exposées dans la région, notamment au risque inondation, qui connaîtront potentiellement une augmentation de leur exposition⁷⁶.

► Points de repères pour la région Provence-Alpes-Côte d'Azur

- Toutes les communes de la région sont concernées par au moins un risque naturel : 95% des communes sont soumises au risque feux de forêts, 75% des communes peuvent subir des mouvements de terrain et 10% des avalanches, plus de 80% sont soumises aux risques d'inondations et aux risques sismiques ;
- De 1982 à 2005, près de 80% des communes ont été déclarées en état de catastrophe naturelle.

► Zones régionales à sensibilité exacerbée aux risques naturels

Toute la région est particulièrement sensible à l'augmentation des risques naturels liés au changement climatique. Pour ce qui concerne la territorialisation des sensibilités à des risques particuliers, chaque territoire devra faire son propre diagnostic de vulnérabilité locale. En première approche et de façon très globale :

- Le littoral pour le risque érosion et/ou submersion ;
- La vallée du Rhône et l'arrière-pays provençal pour le risque inondation ;
- La montagne pour les avalanches, chutes de blocs, ... ;
- L'ensemble de la région pour le risque incendie et les mouvements de terrain.

⁷⁶ ARTELIA pour le Conseil Régional de PACA, septembre 2011





6.5.2 VULNERABILITE REGIONALE

La vulnérabilité face aux risques d'incendie est fortement augmentée par les pressions anthropiques (on sait que l'origine de la grande majorité des feux de forêts est humaine). Cette situation est aggravée par l'attrait touristique de la région : les touristes sont souvent moins informés que la population locale aux risques. L'urbanisation dans les zones montagneuses et forestières est également un facteur aggravant face aux risques incendies et se pose ici la question de la gestion des interfaces urbaines et forestières. Le développement du tourisme rural représente également un facteur à prendre en compte.

La vulnérabilité face aux risques côtiers est exacerbée par l'artificialisation du littoral et la présence d'infrastructures qui ont une grande importance économique et sociale. C'est le cas des infrastructures portuaires et aéroportuaires (ex : port de Marseille, aéroport de Nice, etc.) ou des complexes industriels (ex : pétrochimie et autres industries sur l'étang de Berre et le golfe de Fos). La forte urbanisation et les constructions « en dur » sur le littoral peuvent affaiblir sa résistance naturelle et modifier la circulation de sédiments, ce qui a pour conséquence d'accentuer l'érosion dans certaines zones.

En outre, la forte densité de population sur le littoral (notamment en été avec l'afflux touristique) représente une vulnérabilité non négligeable face à un événement météorologique marin extrême.

La vulnérabilité face au risque inondation est également augmentée par l'urbanisation et par l'artificialisation des sols, particulièrement fortes dans la vallée du Rhône et dans le bassin versant du Var, y compris pour les zones agricoles.

L'urbanisation non maîtrisée observée récemment renforce la vulnérabilité à l'ensemble des risques cités préalablement. Du fait de la pression foncière, un phénomène d'urbanisation sauvage se développe sur des zones à risque, que ce soit dans des zones inondables, sur le littoral ou en bordure des forêts. Cette urbanisation sauvage se manifeste sous la forme de constructions illégales, de « cabanisation » et par la multiplication de l'habitat précaire⁷⁷.

⁷⁷ SGAR PACA - MEDCIE Sud-Est, mai 2008





6.6 LES PRATIQUES AGRICOLES ET FORESTIERES

6.6.1 IMPACTS

► Impacts du changement climatique sur les pratiques agricoles et la forêt : éléments de cadrage

Le changement climatique entraînera des impacts multiples pour les activités agricoles et forestières et devrait conduire à une modification des calendriers agricoles, des rendements et de la qualité des produits, de la productivité et de la santé des populations ou encore de la sensibilité à certains risques naturels (risque incendie pour les forêts). Ces secteurs, particulièrement liés aux conditions climatiques, font et feront donc face au long du XXI^e siècle à d'exceptionnels et rapides changements qui doivent impliquer la mise en place de stratégies d'adaptation efficaces⁷⁸.

► Principaux impacts en Provence-Alpes-Côte d'Azur

► La fragilisation des cultures

Les cultures fruitières, prépondérantes dans la région, devraient être impactées par les évolutions climatiques (hausse des températures hivernales notamment) qui entraîneront une modification des cycles végétatifs ainsi qu'une exposition plus importante au gel précoce. D'après les simulations de Domergue (2003), à Avignon, dans le cas d'un scénario de doublement de la concentration de CO₂, les cultures d'abricots pourraient connaître un pourcentage de dégâts par le gel de plus de 25%. Par ailleurs,

⁷⁸ Groupe Interministériel, 2009

la prolifération d'insectes ravageurs sous l'effet de la hausse des températures pourrait également avoir des impacts sur les productions⁷⁹.

La viticulture provençale (3^{ème} région viticole de France) devrait être également impactée par le changement climatique : selon l'INRA, une avancée des dates de vendanges, associée à une augmentation du degré alcoolique sont attendues. Ces modifications ainsi que l'éventuelle redistribution géographique des cépages pourraient entraîner à long terme des effets néfastes sur la qualité du vin et modifier les conditions de productions viticoles, notamment des produits AOC (72% des surfaces de vignes) qui risquent de ne plus répondre aux exigences des cahiers des charges AOC. Se posera alors la question des normes des cahiers des charges et de leur possible adaptation aux changements attendus⁸⁰.

► Les conséquences sur l'élevage

L'élevage est en régression dans la région mais n'en demeure pas moins une valeur patrimoniale forte dans certains territoires comme en Camargue, dans la Crau ou dans les zones montagneuses. L'augmentation de la fréquence et de l'intensité des périodes de sécheresses aura un impact sur l'agriculture pastorale **en affectant la croissance des végétaux en prairie et la qualité des produits issus de l'élevage**.

L'extension de zone de répartition de maladies à vecteur pourrait avoir des conséquences sur l'élevage⁸¹.

En effet, la présence de la fièvre catarrhale ovine en Corse représente une menace pour la région. Des Culicoides infectés, transportés sur le continent, pourraient rencontrer, en raison du changement climatique, des conditions favorables à leur cycle biologique, permettant ainsi le développement de la maladie dans la région⁸².

⁷⁹ SGAR PACA - MEDCIE Sud-Est, mai 2008

⁸⁰ SGAR PACA - MEDCIE Sud-Est, mai 2008

⁸¹ SGAR PACA - MEDCIE Sud-Est, mai 2008

⁸² SGAR PACA - MEDCIE Sud-Est, mai 2008





► Une augmentation des concurrences d'usages liés à la ressource en eau

Les **besoins d'irrigation pourraient augmenter** avec la recrudescence de périodes de sécheresse alors que, dans le même temps, les ressources diminueront (étiages plus sévères et salinisation des eaux souterraines littorales)⁸³. L'irrigation représente déjà 66% des usages de l'eau en Provence-Alpes-Côte d'Azur en 2010⁸⁴. Les tensions sur les usages de l'eau pourraient donc augmenter en l'absence de modification de certaines pratiques.

Sur le littoral, le risque d'augmentation de la fréquence et de l'intensité des submersions marines pourrait également représenter **un danger pour les terres agricoles proches de la mer (la Camargue notamment)**⁸⁵.

L'augmentation des besoins en irrigation devrait donc conduire à l'adaptation des infrastructures de gestion de l'eau avec des remises en état des canaux ou des stations d'épurations et à une adaptation des choix et des pratiques culturales.

► Des impacts sur les services rendus par des forêts

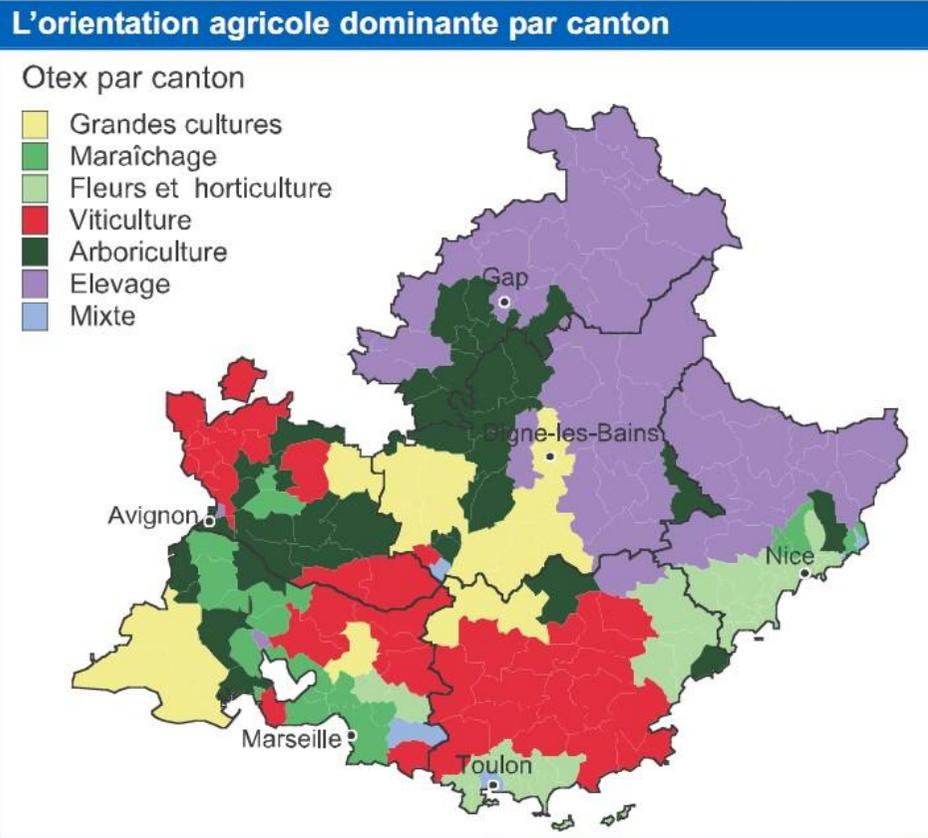
La productivité de certaines essences pourrait être affectée par la recrudescence de périodes de sécheresse. C'est notamment le cas du pin sylvestre et du pin d'Alep qui connaîtraient une baisse de productivité au cours du siècle prochain. Le stress hydrique pourrait entraîner le dépérissement de certaines essences sensibles comme le sapin pectiné ou le pin sylvestre. Des maladies comme l'encre du chêne pourraient avoir un impact de plus en plus important du fait de l'augmentation de la sensibilité des essences affaiblies par le stress hydrique et thermique. De plus, ces périodes de sécheresse sont également propices au déclenchement d'incendies dans la région. Pour toutes ces raisons, le changement climatique aura des impacts sur les services rendus par les forêts (économiques, protection contre les inondations et les mouvements de terrain, support de la biodiversité, etc.)⁸⁶.

⁸³ SGAR PACA - MEDCIE Sud-Est, mai 2008

⁸⁴ DREAL PACA, 2010

⁸⁵ SGAR PACA - MEDCIE Sud-Est, mai 2008

⁸⁶ SGAR PACA - MEDCIE Sud-Est, mai 2008



Source : Agreste - Recensement agricole 2000

Figure 102 : L'orientation agricole dominante par canton en Provence-Alpes-Côte d'Azur en 2000 (source : AGRESTE, 2000)

► Une migration géographique de l'agriculture et de la répartition des espèces

Face à une importante hausse des températures moyennes annuelles, les techniques agricoles actuelles (irrigation, pratiques culturales, etc.) ne suffiront pas pour limiter les impacts pressentis. On pourrait alors assister à une migration géographique des pratiques agricoles et culturales (nouvelles productions, développement d'espèces adaptées ou encore nouveaux modes d'irrigation) conduisant aussi à une modification des paysages pouvant par exemple affecter les haies, qui sont caractéristiques de la région.

Parallèlement, la répartition des essences méditerranéennes pourrait être modifiée au cours du XXI^e siècle, avec la remontée plus en altitude des essences originellement localisées dans les piémonts ou en basse altitude, et ce au détriment d'essences montagnardes comme les sapins et les épicéas. De même, la répartition des espèces marines pourrait être modifiée.

► Points de repère

- En 2006, taux de boisement estimé à 48% en région alors que la moyenne nationale est de 27% ;
- Effectifs de la filière bois : environ 1200 emplois en 2005, répartis dans 199 entreprises ;
- En 2006, 3^e région viticole avec 72% des surfaces de vignes en AOC⁸⁷.

► Zones à sensibilité exacerbée en matière d'agriculture et de forêts

Plutôt que les sous-territoires, ce sont toutes les filières (fruitière, maraîchère, viticole, forestière, élevage...) qui présentent une sensibilité au changement climatique, en particulier celles reposant aujourd'hui et demain sur l'irrigation⁸⁸.

⁸⁷ SGAR PACA - MEDCIE Sud-Est, mai 2008

⁸⁸ ARTELIA pour la DREAL et le Conseil Régional de PACA, septembre 2011

6.6.2 VULNERABILITE REGIONALE



Les besoins conséquents en irrigation renforcent la vulnérabilité du secteur agricole face à l'augmentation probable de périodes de sécheresse.

La vulnérabilité de l'élevage aux stress hydrique, thermique et parasitaire sera accrue par **la régression actuelle des activités agro-pastorales et l'extension de l'urbanisation** notamment, alors même que l'élevage a une valeur patrimoniale significative dans la région.

La production viticole, réputée pour sa qualité (72% des surfaces de vignes sont en AOC en 2006), pourrait être impactée par le changement climatique, ce qui représente un enjeu économique important.

Pour ce qui concerne la sylviculture, **la situation géographique, le climat et la géologie de la région** (nombreuses essences montagnardes) sont des facteurs de vulnérabilité importants. La vulnérabilité aux feux de forêts pourrait être accrue par l'urbanisation en bordure des forêts et le tourisme.

Le territoire régional est également vulnérable en raison **des pressions foncières importantes qui représentent un facteur aggravant des impacts du changement climatique** sur l'agriculture⁸⁹.

⁸⁹ SGAR PACA - MEDCIE Sud-Est, mai 2008



6.7 LE CONFORT THERMIQUE EN VILLE

6.7.1 IMPACTS

► Impacts du changement climatique sur le confort thermique : éléments de cadrage

L'augmentation attendue des températures devrait entraîner une augmentation de l'inconfort thermique dans les grandes agglomérations, particulièrement en période estivale. À ce jour, l'effet le plus attendu est le phénomène d'îlot de chaleur urbain (ICU) caractérisé par des températures diurnes et nocturnes plus élevées que celles que l'on observe dans les zones rurales ou forestières voisines. Un phénomène qui sera parfois accompagné de pollutions atmosphériques à l'ozone. Par ailleurs, bien qu'il soit estimé que les températures annuelles moyennes augmenteront au cours du XXI^e siècle, la survenue de vagues de froid exceptionnelles n'est pas écartée et devrait également entraîner des impacts socio-économiques et sanitaires importants, et ce d'autant plus que le contraste avec les températures moyennes s'accroîtra⁹⁰.

Dans ce contexte, la synergie entre les actions d'atténuation et d'adaptation sera ici particulièrement importante, notamment dans un objectif d'optimisation des coûts. L'enjeu pour l'avenir sera donc l'intégration des nouvelles conditions thermiques dans la gestion de l'espace urbain mais également des activités humaines et économiques qui y sont affiliées. Les infrastructures bâties et de transport par exemple seront un enjeu essentiel de l'adaptation, d'autant que ces infrastructures se caractérisent par une très longue durée de vie, et donc une très faible réversibilité des investissements correspondants⁹¹.

► Principaux impacts en Provence-Alpes-Côte d'Azur

► L'inconfort thermique du bâti

D'après les simulations climatiques de Météo-France, la variation attendue des températures entraînera des étés plus chauds et une recrudescence des canicules qui rendront alors prégnante la problématique d'îlot de chaleur et de confort thermique dans les espaces urbains. L'intensité du phénomène devrait alors être plus ou moins marquée selon les caractéristiques des zones urbaines : **degré d'urbanisation** des villes et la concentration d'activités économiques et industrielles, **présence d'espaces verts et de végétation** qui participent au rafraîchissement des villes, **types de matériaux urbains** utilisés qui jouent un rôle dans le stockage et la restitution de chaleur en zone urbaine et **capacité de ventilation** de la ville en fonction notamment de l'orientation des rues et des bâtiments. L'exacerbation du phénomène d'îlot de chaleur devrait entraîner des impacts tels que la **morbidité et la mortalité des populations fragiles** (personnes âgées, enfants, personnes isolées, etc.) et celles qui sont peu ou ne sont pas habituées aux températures extrêmes.

Avec 92% de sa population vivant en milieu urbain et plus d'une personne sur deux vivant dans l'une des quatre grandes agglomérations que sont Marseille-Aix-en-Provence, Nice, Toulon et Avignon⁹², la région devrait être concernée par l'augmentation de l'inconfort thermique du bâti et de la pollution atmosphérique comme cela a été le cas lors de la canicule de 2003. Certaines villes ayant un habitat non adapté aux conditions climatiques extrêmes ont été largement plus impactées par la canicule de 2003 (surmortalité de 53% à Nice). Par ailleurs, la **population relativement âgée** de la région est un axe de sensibilité important face aux températures élevées⁹³.

⁹⁰ Groupe Interministériel, 2009

⁹¹ Groupe Interministériel, 2009

⁹² SGAR PACA - MEDCIE Sud-Est, mai 2008

⁹³ INSEE PACA, décembre 2010

► La pollution atmosphérique

Les épisodes de vagues de chaleur seront également caractérisés par la survenue de pics de pollution à l'ozone en basse atmosphère qui auront des impacts sanitaires significatifs. En région, la surmortalité de 35% constatée lors de la canicule de 2003 a été entraînée, d'une part par l'effet direct des fortes chaleurs sur la santé, et d'autre part par la pollution atmosphérique. Les conditions climatiques exceptionnelles ont alors entraîné **une importante exposition à l'ozone troposphérique** par rapport aux données moyennes 2001-2002 et 2004. Certains départements comme les Bouches-du-Rhône (les Alpes de Haute-Provence, le Vaucluse et le Var dans une moindre mesure) ont été particulièrement impactés⁹⁴.

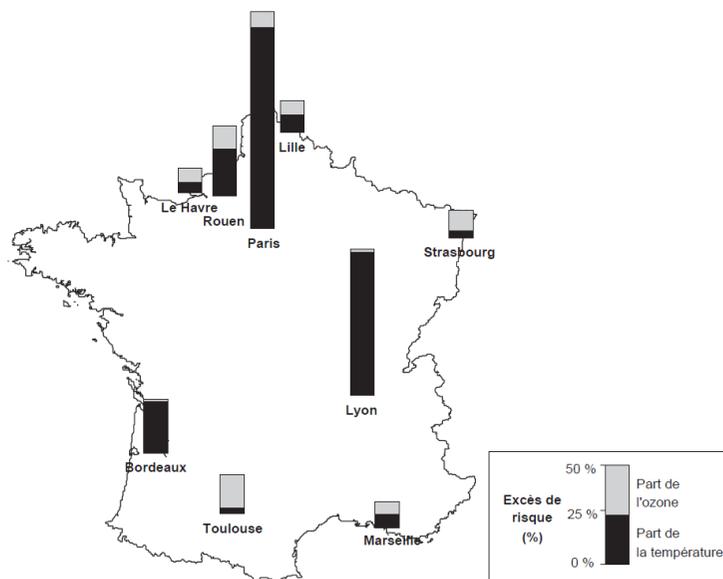


Figure 103 : Excès de risque (%) liés à l'ozone et à la température et représentation des parts relatives de chaque facteur pour la population tous âges. Période du 3 au 17 août 2003 (Source : InVS, 2004)

⁹⁴ SGAR PACA - MEDCIE Sud-Est, mai 2008

Néanmoins, grâce à **certaines spécificités**, la surmortalité a été moins marquée dans la région qu'à l'échelle nationale du fait de la proximité de la mer, des vents mais surtout de l'habitude des populations aux fortes chaleurs estivales. On peut donc considérer que la région possède des capacités d'adaptation inhérentes à sa position géographique⁹⁵.



► Zones à sensibilité exacerbée en matière de confort thermique

- Les zones urbaines ;
- La vallée du Rhône (Bouches-du-Rhône) (voir les cartes canicule Météo France)⁹⁶.

6.7.2 VULNERABILITE REGIONALE

La vulnérabilité de la région aux canicules sera **accrue par le vieillissement progressif de la population** qui devrait se poursuivre. En effet, selon l'INSEE, 1 habitant sur 3 sera âgé de 60 ans ou plus en 2040.

Par ailleurs, de nombreuses disparités régionales ont été remarquées selon la taille et l'urbanisation des villes mais également selon leur localisation géographique, qu'il s'agisse des zones urbaines plus ou moins ventilées (rafraîchissement « naturel ») ou dotées d'espaces verts.

⁹⁵ SGAR PACA - MEDCIE Sud-Est, mai 2008

⁹⁶ ARTELIA pour le Conseil Régional de PACA, septembre 2011



6.8 LE TOURISME

6.8.1 IMPACTS

► Impacts du changement climatique sur le tourisme : éléments de cadrage

L'activité touristique est largement dépendante des **conditions climatiques qui constituent un critère déterminant dans le choix des destinations touristiques**. L'ensoleillement, le confort thermique, la disponibilité des ressources (neige, eau, etc.) ou encore l'exposition aux risques naturels extrêmes sont autant d'éléments qui légitiment la durée et la qualité de l'offre touristique et l'attractivité d'un territoire. **La baisse des précipitations et de l'enneigement, et l'augmentation des températures joueront donc un rôle fondamental sur l'offre aussi bien pour le tourisme balnéaire que de montagne**⁹⁷.

Dans la mesure où le tourisme constitue un enjeu primordial pour la France, la prise en compte des modifications à venir ainsi que la mise en place d'une stratégie d'adaptation efficace apparaissent comme indispensables.

► Principaux impacts en Provence-Alpes-Côte d'Azur

► La diminution de la couverture neigeuse

Comptabilisant 68 stations de sports d'hiver et centres de ski, les Alpes du Sud qui s'étendent sur trois départements de la région (Alpes-de-Haute-Provence, Hautes-Alpes et Alpes-Maritimes) constituent un lieu **d'activité touristique d'hiver économiquement vital** pour les territoires de montagnes. Or, selon les simulations réalisées par le Centre d'Etude de la Neige, dans le cas d'un réchauffement de 2°C par rapport aux conditions

⁹⁷ Groupe Interministériel, 2009

moyennes de la décennie 1980-1990, la **durée moyenne de l'enneigement à 1500 mètres d'altitude devrait passer de trois à deux mois** pour les Alpes du Sud et **le manteau neigeux devrait y diminuer de 20cm**⁹⁸.

► L'évolution du trait de côte

La région est marquée par une **forte urbanisation littorale** (1ère région littorale française en nombre d'habitants) puisque ce territoire, qui représente 10% de la région, reçoit globalement 90% de la population permanente et saisonnière. **Pendant l'été, l'augmentation de la population atteint près de 75%**. Le littoral constitue donc un espace touristique attractif. Or, de multiples pressions s'exercent sur ce territoire, en premier lieu **l'érosion** qui varie selon le type de côtes (falaises, calanques, caps rocheux ou baies sableuses). Certains secteurs sont déjà en net recul à savoir les falaises de la Côte bleue à l'ouest de Marseille, les fins cordons sableux de la presqu'île de Giens et de nombreuses baies et anses de la Côte d'Azur (Lavandou, Croix-Valmer, Ramatuelle, Grimaud, Fréjus, Cannes, Antibes, Nice, Villefranche-sur-Mer ou encore Menton)⁹⁹.

L'augmentation attendue du niveau de la mer ainsi que l'exacerbation des risques côtiers devraient participer à l'intensification du phénomène, particulièrement sur les espaces déjà érodés. Néanmoins, de nombreuses initiatives nationales et locales existent en faveur de l'étude et l'analyse de ces phénomènes. On peut notamment citer les travaux cartographiques du SOeS ou du BRGM ou encore les réflexions engagées par le Conseil Régional et le Centre Européen de Recherche et d'Enseignement en Géosciences de l'Environnement (CEREGE) sur les impacts et méthodes de lutte contre les phénomènes d'érosion littorale et l'amélioration des pratiques de gestion intégrée des zones côtières.

⁹⁸ Météo-France, 2002, *Impact d'un changement climatique sur le manteau neigeux et l'hydrologie des bassins versants de montagne* (SGAR PACA - MEDCIE Sud-Est, mai 2008)

⁹⁹ SGAR PACA - MEDCIE Sud-Est, mai 2008

► Zones à sensibilité exacerbée en matière de tourisme

- Les stations de ski de moyenne montagne ;
- Le littoral pour le tourisme estival ;
- Les grandes villes touristiques (Marseille, Nice, ...) en période estivale¹⁰⁰.

¹⁰⁰ ARTELIA pour la DREAL et le Conseil Régional de PACA, septembre 2011

6.8.2 VULNERABILITE REGIONALE

► Vers une baisse d'attractivité touristique de la région ?

- Malgré un certain nombre d'études menées sur l'impact du changement climatique sur le tourisme, la prise en compte de ces menaces est encore minime. La question des **ressources indispensables aux activités touristiques est la plus prégnante**, notamment la question de la ressource en eau pour la consommation, pour les activités récréatives (baignade, loisirs...) ou encore pour l'enneigement des sites de montagne.
- La pérennité des sites touristiques côtiers, et en particulier des plages, est également un enjeu important pour la région qui accueille chaque année une population saisonnière estivale conséquente. La question de l'érosion devra donc être intégrée aux enjeux touristiques ainsi que les questions de santé (épidémies de maladies à transmission vectorielle, méduses..., qui ont un impact significatif sur le tourisme).
- Dans un contexte d'exacerbation des risques naturels et des canicules, **la question de la sécurité et du confort thermique estival des touristes** deviendra également une question importante pour la région. Les touristes, non familiers des dispositifs d'alerte locaux, sont particulièrement vulnérables aux risques naturels, que ce soient les inondations ou les incendies ;
- Le changement climatique représente également une menace **pour la biodiversité** (voir fiche « Biodiversité ») et les produits de terroirs, éléments d'attractivité touristique indéniables pour la région.
- Une opportunité existe ici avec le tourisme « hors-saison ».





6.9 L'APPROVISIONNEMENT ENERGETIQUE

6.9.1 IMPACTS

► Impacts du changement climatique sur l'approvisionnement énergétique : éléments de cadrage

Souvent étudié sous l'angle de l'atténuation, l'approvisionnement énergétique peut également être influencé par le changement climatique. D'une part, l'offre énergétique pourrait être impactée par les périodes de fortes chaleurs ou par la diminution des débits des cours d'eau, et la distribution énergétique pourrait être affectée par les catastrophes naturelles. D'autre part, la demande énergétique (qui est fortement corrélée au climat) pourrait évoluer dans les prochaines années. C'est donc l'ensemble du secteur de l'énergie qui devra s'adapter au changement climatique¹⁰¹.

► Principaux impacts en Provence-Alpes-Côte d'Azur

► Les impacts sur la production d'énergie

La production d'hydroélectricité est la première source de production d'énergie primaire de la région, celle-ci pourrait être impactée par le changement climatique et la diminution de la ressource en eau. Le potentiel de production hydroélectrique pourrait diminuer de 20 à 50% pour les régions méditerranéennes à l'horizon 2070 selon les estimations du GIEC¹⁰² ;

¹⁰¹ Groupe Interministériel, 2009

¹⁰² SGAR PACA - MEDCIE Sud-Est, mai 2008

Bien que le potentiel « bois-énergie » soit important dans la région, cette ressource reste encore trop faiblement exploitée. Avec le changement climatique, une augmentation de la productivité à court et à moyen terme pourrait être observée¹⁰³ ;

L'énergie solaire connaît un développement rapide depuis ces dernières années. La région est désormais la première région solaire de France en termes de puissance raccordée. L'impact du changement climatique sur les conditions de production de cette énergie reste incertain¹⁰⁴.

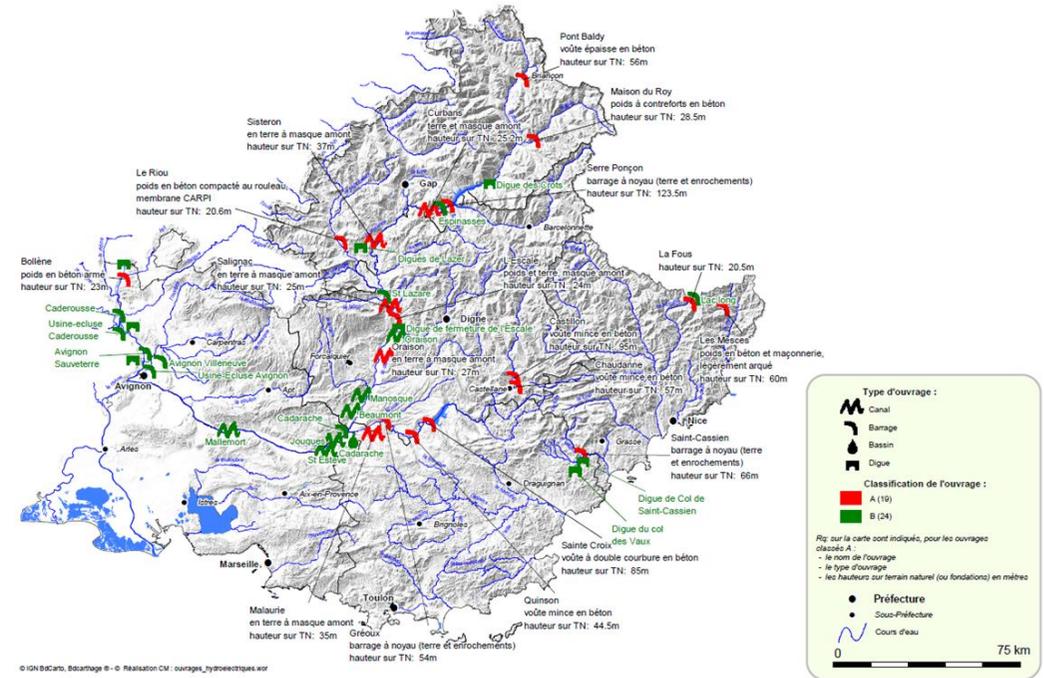


Figure 104 : Ouvrages des concessions hydroélectriques en région en 2009 (source : DREAL PACA, décembre 2009, CARTOPAS)

¹⁰³ SGAR PACA - MEDCIE Sud-Est, mai 2008

¹⁰⁴ Région PACA

► Les impacts sur la distribution d'énergie

Le réseau de distribution énergétique de la région pourrait être impacté par l'exacerbation des risques naturels, y compris le risque de feux de forêts (exacerbé par la recrudescence de périodes de sécheresses). En 2003, l'axe de la vallée du Rhône, la liaison entre le sud de la vallée du Rhône et la région de Montpellier et la région Provence-Alpes-Côte d'Azur ont été impactées par les incendies¹⁰⁵.

► Les impacts sur la demande énergétique

La région devrait connaître à terme une augmentation importante du besoin en refroidissement lors de périodes estivales. Cette augmentation des consommations devrait être plus importante que la baisse de la demande liée à la hausse des températures hivernales¹⁰⁶.

► Points de repères

- Seulement 10% de la consommation énergétique de la région est produite en région ;
- Faible valorisation du potentiel bois énergie ;
- L'énergie solaire connaît un développement rapide ;
- Le potentiel de production hydroélectrique pourrait diminuer de 20 à 50% pour les régions méditerranéennes à l'horizon 2070.

► Zones à sensibilité exacerbée en matière d'énergie

- Le réseau de distribution énergétique de la région en raison des risques naturels (feux de forêt, tempêtes, inondations) ;
- La production hydroélectrique Durance-Verdon ;
- L'Est de la région pour l'alimentation électrique.

¹⁰⁵ SGAR PACA - MEDCIE Sud-Est, mai 2008

¹⁰⁶ SGAR PACA - MEDCIE Sud-Est, mai 2008

6.9.2 VULNERABILITE REGIONALE



Le réseau de distribution énergétique de la région est marqué par l'insuffisance des lignes de transports. La vulnérabilité face aux risques naturels est donc forte. À noter que le développement du réseau de distribution est soumis à de nombreuses contraintes (insertion, paysages etc.).

Afin de réduire cette vulnérabilité, un vaste programme de sécurisation mécanique du réseau a été lancé par RTE il y a 10 ans suite aux tempêtes que la France a connues en 1999. L'objectif est de disposer à l'horizon 2017, pour chaque poste électrique du réseau, d'une file d'alimentation capable de résister à des aléas météorologiques extrêmes.

La situation énergétique de la région est également marquée par la saturation du réseau électrique et la forte consommation électrique par habitant.

Le climat régional et la forte attractivité du territoire en période estivale pourraient accélérer le recours aux appareils de climatisation et augmenter la vulnérabilité de la région face à la hausse de la demande énergétique en été.

Par ailleurs, il est important de noter que si certains départements comme les Alpes-Maritimes font l'objet de travaux de sécurisation de leur approvisionnement électrique pour réduire leur vulnérabilité actuelle, les augmentations attendues de la demande énergétique régionale pourraient aggraver cette vulnérabilité. Ceci renforce l'intérêt du programme de sécurisation électrique, qui passe par un renforcement du réseau mais aussi par une meilleure maîtrise de la demande en énergie et le développement des sources énergétiques locales.



6.10 VULNERABILITE DU TERRITOIRE

Les territoires seront diversement concernés par les effets du réchauffement climatique. Le tableau ci-dessous apporte une lecture territorialisée des principaux impacts transversaux et sectoriels. La synthèse des enjeux par thématique est également présentée en [Annexe 2](#).

Thématique	Territorialisation des sensibilités
Ressource en eau	<ul style="list-style-type: none"> Sur le plan quantitatif, tous les sous-bassins sont concernés par la diminution future de la ressource en eau, y compris ceux qui sont actuellement « sécurisés » Sur le plan qualitatif : littoral, Camargue et arrière-pays
Biodiversité	<p>Tous les espaces de biodiversité régionaux présentent une sensibilité au changement climatique, qu'ils soient anthropisés (Vallée du Rhône et littoral) ou plus « naturels » (arrière-pays, Camargue, montagne, mer). On peut citer cependant comme particulièrement sensibles :</p> <ul style="list-style-type: none"> La Camargue du fait de l'érosion et de la remontée attendue du niveau marin Les montagnes Les espaces marins
Santé	<p>Les problèmes de santé en relation avec le changement climatique concernent toute la région. On peut cependant citer :</p> <ul style="list-style-type: none"> Les villes et la vallée du Rhône (Bouches-du-Rhône) pour les vagues de chaleur et la pollution à l'ozone La Camargue et l'arrière-pays pour la surveillance des insectes vecteurs de maladies Ponctuellement les zones de montagne (Hautes-Alpes, les Alpes-de-Haute-Provence) et le littoral pour la dégradation de la qualité de l'eau et les affections associées
Risques naturels	<p>Toute la région est sensible à l'augmentation des risques naturels liés au changement climatique. Pour ce qui concerne la territorialisation des sensibilités à des risques particuliers, chaque territoire devra faire son propre diagnostic de vulnérabilité locale. En première approche et de façon très globale, on peut citer :</p> <ul style="list-style-type: none"> Le littoral pour le risque érosion et/ou submersion La vallée du Rhône et l'arrière-pays provençal pour le risque inondation La montagne pour les avalanches, chutes de blocs... L'ensemble de la région pour le risque incendie et les mouvements de terrain
Agriculture et forêts	<p>Toutes les filières (fruitière, viticole, forestière, élevage...) présentent une sensibilité au changement climatique, en particulier celles reposant sur l'irrigation. Le traitement des vulnérabilités devra se faire par filière.</p>
Confort thermique	<ul style="list-style-type: none"> Les zones urbaines La vallée du Rhône (Bouches-du-Rhône) cf. carte canicule Météo France
Tourisme	<ul style="list-style-type: none"> Les stations de ski de moyenne montagne Le littoral pour le tourisme estival Les grandes villes touristiques (Marseille, Nice...) en période estivale
Energie	<ul style="list-style-type: none"> Le réseau de distribution électrique de la région en raison des risques naturels (feux de forêt, tempêtes, inondations) La production hydroélectrique sur la Durance-Verdon L'est de la région pour l'alimentation électrique



7 DECHETS



Environ 3,7 millions de tonnes de déchets ménagers et assimilés ont été traités en Provence-Alpes-Côte d'Azur en 2006¹⁰⁷. Ces déchets sont traités de différentes façons :

- mise en centre de stockage : 69%
- incinération avec récupération d'énergie : 21%
- biologique (compost...) : 6%
- tri et recyclage : 4%

La collecte sélective des déchets recyclables reste insuffisante et inférieure à la moyenne nationale avec 34 kg/hab/an collectés en 2007, hors verre, contre 48 kg/hab/an à l'échelle nationale.

En 2009, 280 déchèteries réparties sur PACA desservait plus de 80% de la population, avec un apport de 176 kg/an/hab.

Les ordures ménagères sont traitées dans 5 usines d'incinération¹⁰⁸ situées à Antibes, Avignon, Fos-sur-Mer, Nice et Toulon.

A cela s'ajoutent les centres de stockage (à noter : le centre de stockage de Marseille a fermé en 2010).

Concernant les déchets industriels : environ 862 000 tonnes de déchets industriels non dangereux ont été produits en 2004 (dont 50% ont fait l'objet d'une valorisation matière ou énergie) et 334 000 tonnes de déchets industriels dangereux¹⁰⁷. Les installations industrielles valorisant les déchets industriels comme combustible consomment les déchets produits sur le territoire régional et national.

¹⁰⁷ Source : Guide régional de la Gestion des Déchets Provence-Alpes-Côte d'Azur d'après l'inventaire ITOM 2008 de l'observatoire SINOE.org et l'enquête ADEME sur les déchets d'entreprises.

¹⁰⁸ Source: www.incineration.org

7.1 BILAN REGIONAL : DE FAIBLES CONSOMMATIONS ENERGETIQUES MAIS UNE SOURCE D'EMISSIONS DE GES ET DE POLLUANTS ATMOSPHERIQUES

► Une faible contribution au bilan régional des consommations énergétiques

Bilan des consommations finales directes liées au traitement des déchets

Le traitement des déchets ne représente qu'une faible part de la consommation énergétique de la région Provence-Alpes-Côte d'Azur : environ 0,2 Mtep en consommation d'énergie finale sur un total de 13,8 Mtep (hors production d'énergie et raffinage), soit environ 1,5% de la consommation finale directe de la région en 2007¹⁰⁹ :

- 0,09 Mtep sont consommés pour le traitement des déchets industriels (les installations régionales ne traitant pas uniquement les déchets industriels produits sur le territoire régional),
- 0,13 Mtep sont consommés pour le traitement des ordures ménagères.

Les principales sources d'énergie

La principale source d'énergie utilisée dans le traitement des déchets ménagers (incinérateurs d'ordures ménagères et de boues de station d'épuration des eaux usées) est composée des déchets eux-mêmes (ordures ménagères et boues de stations d'épuration comptent pour 0,13 Mtep soit 98% des consommations d'énergie finale du secteur). Les autres combustibles (fioul, gaz naturel) représentent moins de 1% de l'énergie finale consommée.

¹⁰⁹ Source : Base de données Energ'air - Observatoire Régional de l'Energie Provence-Alpes-Côte d'Azur / inventaire Air PACA



► Une importante source d'émissions de GES non énergétiques

Le secteur du traitement des déchets représente environ 7% des émissions régionales de gaz à effet de serre, avec **3,4 Millions de teq CO₂** sur un total de 47,7 Millions de teq CO₂ (total des émissions énergétiques et non énergétiques). Sur ce total, 0,6 Millions de teq CO₂ sont liées à la consommation d'énergie, soit 2% du total régional.

Il est la principale source d'émission de CH₄ avec 1 916 kteqCO₂, ce qui représente près de 70% des émissions régionales de méthane. Les émissions de méthane sont principalement issues de la mise en décharge des déchets.

Le secteur des déchets est le seul à émettre majoritairement du CH₄, avec une contribution de 57% des émissions du secteur. Le CO₂ correspond à la quasi-totalité du reste des émissions avec une contribution de 40,5%.

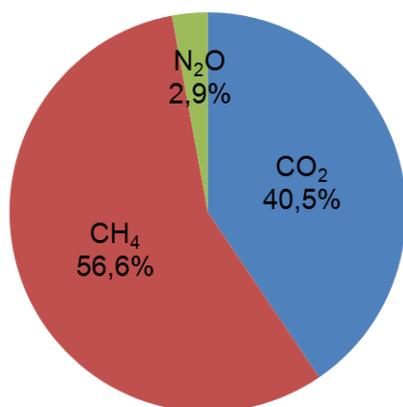


Figure 105 : Répartition des émissions de GES du secteur des déchets selon les différentes substances (CO₂, CH₄, N₂O)

► Émissions de polluants atmosphériques

Le secteur des déchets est responsable, avec les activités industrielles, d'émissions de NO_x, de particules fines PM₁₀ et PM_{2,5}, et de monoxyde de carbone.

L'incinération des déchets génère également des polluants organiques persistants et des métaux lourds (mercure).



7.2 DES ENJEUX MULTIPLES : LA REDUCTION DES QUANTITES ET LA VALORISATION DES DECHETS

La collecte, le transport et le traitement des déchets ont des impacts en termes de consommation d'énergie, d'émissions de GES, d'émissions de polluants atmosphériques, mais également de production d'énergie.

► La réduction de la quantité de déchets

En région, dans un contexte de pénurie d'exutoires, la production de déchets par habitant reste une des plus élevées de l'Hexagone (500 kg/hab/an).

La réduction à la source et l'augmentation des quantités triées et recyclées sont donc des enjeux importants en région, dans la lignée des objectifs du Grenelle de l'environnement.

Au-delà de la réduction des quantités de déchets, la valorisation des déchets est un enjeu sur le plan énergétique et environnemental (réduction des émissions de GES et de polluants), avec les deux axes suivants :

- La réduction des émissions de GES non énergétiques (en particulier du méthane)
- La valorisation des déchets, sous différentes formes

► La réduction des émissions de CH₄

Le principal enjeu est la réduction des émissions de GES non énergétiques dues à la fermentation des déchets, notamment par le captage des émissions de méthane aux niveaux des centres de stockage et des stations d'épuration des eaux usées.

Le biogaz ainsi capté peut être brûlé en torchère ou, après traitement, faire l'objet d'une valorisation énergétique.

► La valorisation des déchets

Les déchets ménagers, agricoles et industriels peuvent être valorisés (valorisation matière par compostage ou recyclage par exemple et valorisation énergétique).

Différents modes de valorisation énergétique existent et peuvent être développés :

- Incinération (valorisation chaleur ou cogénération)
- Méthanisation des déchets de centres de stockage (décharges pour ordures ménagères), des boues de stations d'épuration, de déchets organiques agricoles, industriels et ménagers. La méthanisation permet différentes valorisations du biogaz (cogénération, biogaz carburant, injection au réseau de gaz naturel...), les textes autorisant l'injection de biogaz au réseau de gaz naturel sont parus courant 2011¹¹⁰
- D'autres technologies, telles que la gazéification, permettent une valorisation énergétique des déchets.

En 2007, 34 ktep de déchets ménagers (ordures ménagères et boues de stations d'épuration) ont fait l'objet d'une valorisation énergétique par les incinérateurs d'ordures ménagères de la région¹¹¹.



¹¹⁰ L'arrêté du 23 novembre 2011 fixant la nature des intrants dans la production de biométhane pour l'injection dans les réseaux de gaz naturel exclut pour l'instant le biogaz issu de STEP et de la méthanisation de déchets dangereux.

¹¹¹ Source : Base de données Energ'air - Observatoire Régional de l'Energie Provence-Alpes-Côte d'Azur / inventaire Air PACA

8 MODES DE VIE, DE CONSOMMATION ET DE PRODUCTION RESPONSABLES

8.1 LE CITOYEN, ACTEUR-CLE SUR LE TERRITOIRE

► Emissions directes et indirectes

Les particuliers sont à l'origine d'environ 40% des consommations d'énergie finale régionales directes, à travers leurs besoins de mobilité et les consommations d'énergie des logements.

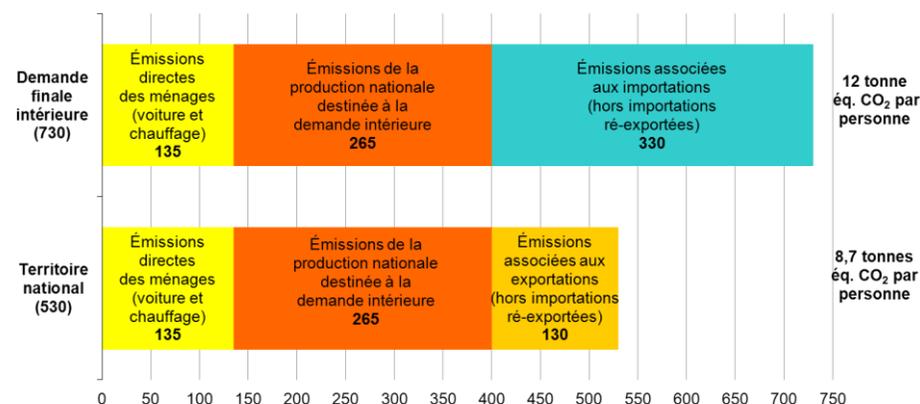
Au-delà de ces consommations directes, **les citoyens sont également des travailleurs** : ils sont partie prenante des consommations d'énergie du secteur tertiaire et de l'industrie.

Enfin, **les biens que nous consommons ont nécessité de l'énergie pour leur fabrication et leur transport**, même si ces consommations d'énergie et ces émissions ne sont pas comptabilisées dans le bilan régional : c'est ce qu'on appelle les **émissions indirectes**.

Ainsi, l'énergie nécessaire pour produire les biens de consommation importés de l'étranger n'est pas comptabilisée dans le bilan national, mais a bel et bien un impact sur les émissions mondiales de gaz à effet de serre.

Le SOeS a ainsi calculé en août 2010 l'empreinte carbone de la demande finale de la France¹¹². Ce calcul met en évidence le contenu carbone des importations françaises.

Empreinte carbone de la demande finale intérieure de la France pour les 3 gaz à effet de serre CO₂, CH₄ et N₂O, versus émissions sur le territoire national (en millions de tonnes équivalent CO₂)



Notes : CO₂ émis sur le territoire de la France métropolitaine en 2005, hors CO₂ issu de la combustion de biomasse à des fins énergétiques et hors utilisation des terres, leur changement et la forêt (UTCF) ; Émissions des importations ré-exportées : générées à l'étranger du fait du contenu en importations des exportations françaises.

Sources : SOeS, calculs d'après Citepa - Insee - Douanes - Eurostat et AIE, 2010.

Emissions de gaz à effet de serre directes et indirectes

Les émissions de GES directes sont celles liées à la consommation finale directe des différents secteurs économiques sur le territoire (consommations de combustibles et d'électricité). Ce sont ces émissions qui sont prises en compte dans le cadre du bilan et des scénarios du SRCAE.

Les émissions de GES indirectes sont celles liées aux consommations d'énergie qui ont été nécessaires pour produire et transporter un bien de consommation jusqu'à son utilisateur final (on parle aussi de « contenu carbone » ou « d'empreinte carbone »).

¹¹² L'empreinte carbone de la demande finale intérieure de la France, SOeS, août 2010

► Les impacts des comportements individuels

Les comportements individuels ont un impact direct sur les consommations d'énergie et sur les émissions de gaz à effet de serre, ainsi que sur les émissions de polluants ou sur l'adaptation au changement climatique :

- Dans le **secteur du bâtiment**, les comportements individuels peuvent permettre une diminution des consommations d'énergie de 10 à 20%.
- Les **habitudes de mobilité** (choix du mode de transport, mode de conduite) peuvent également diminuer considérablement le bilan carbone individuel.
- Les **habitudes de consommation d'eau** auront également un impact sur l'adaptation au changement climatique.
- En termes **de qualité de l'air**, les particuliers peuvent réduire leur impact grâce à la maintenance de leurs équipements de chauffage et de leurs véhicules, ainsi qu'en respectant la réglementation sur le brûlage à l'air libre.
- La réduction de la **quantité de déchets** permet un double bénéfice : une réduction des besoins d'énergie pour le traitement de ces déchets, mais aussi une diminution de l'empreinte environnementale globale de la consommation (moins d'emballages, moins de consommations de ressources).

Les modes de consommation peuvent également influencer sur les consommations et les émissions énergétiques à une échelle plus large (nationale et internationale). Cela passe par une prise de conscience du **bilan carbone global des biens matériels et des produits consommés**.

► Mobiliser et rendre acteur chaque citoyen

La mobilisation des citoyens nécessite en premier lieu une **accentuation des efforts de sensibilisation et de formation sur les gestes et les habitudes permettant de réduire les consommations directes d'énergie**, et sur les **modes de consommations plus sobres en termes d'émissions indirectes**.

Pour les citoyens, cela permet à la fois des bénéfices économiques (réduction des dépenses énergétiques) et environnementaux (amélioration de la qualité de l'air, préservation de l'environnement de vie).

La sensibilisation et la formation sont également un enjeu en termes d'adaptation au changement climatique, en particulier vis-à-vis de la prévention des risques, de la santé, de la ressource en eau ou encore de la préservation de la biodiversité.

Enfin, il est nécessaire de **développer la sensibilisation aux effets des comportements et à l'impact des équipements sur la qualité de l'air** (brûlage à l'air libre, choix et entretien des véhicules et des équipements de chauffage...).

Le citoyen actif est aussi **un acteur responsable au sein de son entreprise**, qui peut jouer un rôle dans la gestion de l'énergie et la réduction des émissions de GES et de polluants sur son lieu de travail.

Tableau 15 : Exemples d'actions citoyennes en faveur de la réduction des consommations d'énergie, des émissions de GES et de polluants, et d'adaptation au changement climatique

Logement	<ul style="list-style-type: none"> • Choisir un logement proche des transports en commun • Etudier les solutions de rénovation thermique de son logement, en s'adressant par exemple à l'EIE (Espace Info Energie) • Diminuer la température de chauffage • Eviter le recours à la climatisation électrique • S'équiper d'appareils électriques performants lors des renouvellements (lampes basses consommation, électro-ménager) • Eteindre les appareils en cas d'absence • Entretien ses équipements • Installer un chauffe-eau solaire • Installer des appareils économiseurs d'eau (mousseurs) • Installer une chaudière bois en étant attentif à l'impact en termes de qualité de l'air • Installer des panneaux photovoltaïques • Respecter l'interdiction du brûlage à l'air libre, y compris pour les déchets verts
Transport	<ul style="list-style-type: none"> • Utiliser les transports en commun • Respecter les limitations de vitesse • Impulser la mise en œuvre de co-voiturage • Marcher ou faire du vélo pour les petits trajets • Choisir un véhicule moins consommateur d'énergie • Entretien son véhicule
Travail	<ul style="list-style-type: none"> • Eteindre les lumières et équipements inutiles • Configurer son ordinateur en mode économie d'énergie • Impulser un système de gestion de l'énergie et s'y impliquer
Consommation	<ul style="list-style-type: none"> • S'informer sur le contenu carbone des produits • Consommer des fruits et légumes de saison et de proximité • Recycler ses déchets

8.2 LES ENTREPRISES AU CŒUR DE L'ACTION POUR UNE ECONOMIE DURABLE

La prise en compte des émissions de GES indirectes, c'est-à-dire des consommations d'énergie nécessaires à la production des biens de consommation, met en évidence l'enjeu des modes de production.

Les entreprises ont donc une double responsabilité :

- Celle de leurs consommations d'énergie directes (par exemple le chauffage ou le froid) ;
- Mais aussi celle de leurs choix en termes d'achats, de conception et de vente, qui permettront une diminution de l'empreinte carbone globale de la consommation.

► L'éco-conception

L'éco-conception est une approche qui prend en compte les impacts environnementaux dans la conception et le développement du produit et intègre les aspects environnementaux tout au long de son **cycle de vie** (de la matière première, à la fin de vie en passant par la fabrication, la logistique, la distribution et l'usage).

La mise en place d'un « affichage environnemental » des produits de consommation courante pourra permettre au consommateur de mieux s'informer sur l'impact global de ses achats.

► Vers une logique d'écologie industrielle

Les entreprises peuvent mener une réflexion afin de **mieux utiliser les sous-produits qu'elles génèrent** : les déchets des uns peuvent devenir les matières premières des autres.

La **récupération de la chaleur fatale** produite par les chaudières industrielles est également un enjeu.

L'écoconception et l'écologie industrielle deux exemple de développement d'une **économie circulaire**, qui vise à optimiser les flux d'énergie et de matière à l'échelle d'un système (site de production, zone d'activités, bassin d'emploi, ou économie nationale), notamment en minimisant les déchets et en les réutilisant dans les procédés de fabrication.

► Vers une économie de fonctionnalité

Le principe d'économie de fonctionnalité repose sur l'idée qu'il n'est pas forcément nécessaire de posséder un bien matériel pour profiter des services qu'il offre (mobilité, confort...).

Il s'agit de faire payer un service (transport, chauffage, éducation, culture, soins, etc.) ou l'usage d'un bien plutôt que ce bien lui-même.

Cela permet donc une moindre consommation de ressources naturelles à service égal ou amélioré. C'est l'un des moyens de diminuer l'empreinte écologique d'un individu, d'une famille ou d'une collectivité.

Par opposition aux principes qui prévalent dans un système consumériste, la mise en place de l'éco-fonctionnalité présuppose que celui qui vend le service a alors tout intérêt à produire des objets et du matériel solides et durables. Le prestataire de service a également un intérêt financier à réduire les consommations d'énergie nécessaires à la production du service.

Les vélos en libre-service, les systèmes d'auto-partage, les bibliothèques, les systèmes de location de matériel, ou encore les Contrats de Performance Energétiques (CPE) sont des exemples d'économie de fonctionnalité.