

CHAPITRE 3 : HABITAT

Table des matières

1 Résumé.....	3
2 Introduction.....	4
3 Les données et la méthode utilisée.....	4
3.1 Sources de données.....	4
3.2 Méthodologie employée.....	5
3.2.1 Périmètre de l'étude.....	5
3.2.2 Méthode globale.....	5
3.3 Données de base et projections à 2050.....	6
3.3.1 Logements et consommation d'énergie en 2006.....	6
3.3.2 Hypothèses sur l'évolution de la population et du nombre de logements.....	6
3.3.3 Scénario d'évolution du parc de logements d'ici à 2050.....	7
3.4 Nos propositions pour les actions d'économie d'énergie	9
3.4.1 Identification des leviers d'économies d'énergie dans l'habitat.....	9
3.4.2 Les économies d'énergie sur le chauffage.....	11
3.4.3 Les économies d'énergie sur l'eau chaude sanitaire (ECS).....	12
3.4.4 Les économies d'énergie sur l'électricité spécifique.....	12
3.4.5 Les économies d'énergie sur la cuisson.....	13
3.4.6 Un levier d'économies d'énergie supplémentaire : le comportement des habitants.....	13
3.5 Prévisions de besoins en énergie à terme par type de logements	14
3.5.1 Stratégie de rénovation thermique des logements anciens et actuels.....	17
4 Résultats	18
4.1 Évolution des usages de l'énergie.....	19
4.2 Évolution de la consommation d'énergie de l'habitat des Pays de la Loire entre 1990 et 2050.....	20
5 Discussion et comparaison avec d'autres scénarios.....	21
5.1 Le scénario du Grenelle de l'environnement en 2009.....	21
5.2 Le scénario « volontariste » présenté lors du SRCAE.....	21
6 Conclusions.....	21
7 Références.....	22

Index des tableaux

Tableau 1. Logements et énergie, évolution selon notre scénario de 2010 à 2050. Source : Scénario Virage Énergie Climat Pays de la Loire.....	3
Tableau 2. Principales caractéristiques des logements en Pays de la Loire en 2006(quantités, surface et consommations d'énergie). Source : Explicit (2009).....	6
Tableau 3. Prévisions VEC d'augmentation de la population et du nombre de logements d'ici à 2050 en Pays de la Loire. Source : Scénario Virage Énergie Climat Pays de la Loire.....	7
Tableau 4. Dynamique d'évolution annuelle du parc de logements neufs en Pays de la Loire, d'ici à 2050. Source : Scénario Virage Énergie Climat Pays de la Loire.....	8
Tableau 5. Prévision d'évolution du parc de logements en Pays de la Loire, d'ici à 2050. Source : Scénario Virage Énergie Climat Pays de la Loire.....	9
Tableau 6. Évolution de la consommation d'électricité spécifique entre 2010 et 2050. Source : Scénario Virage Énergie Climat Pays de la Loire.....	13
Tableau 7. Prévisions des besoins en énergie, selon les types de logements, en 2050. Source : Scénario Virage Énergie Climat Pays de la Loire.	15
Tableau 8. Les besoins en énergie, selon les types de logements en 2050 et gain obtenu par rapport à 2010. Source : Scénario Virage Énergie Climat Pays de la Loire.....	16
Tableau 9. Répartition de l'effort de rénovation entre 2010 et 2050. Source : Scénario Virage Énergie Climat Pays de la Loire.....	17
Tableau 10. Évolution des consommations d'énergie d'ici à 2050. Source : Scénario Virage Énergie Climat Pays de la Loire.....	18
Tableau 11. Évolution des usages de l'énergie dans l'habitat des Pays de la Loire. Source : Scénario Virage Énergie Climat Pays de la Loire.....	20
Tableau 12. Comparaison du scénario VEC (logement) et du scénario volontariste SRCAE (logement + tertiaire). Source : Scénario Virage Énergie Climat Pays de la Loire.....	22

Index des figures

Figure 1. Évolution du parc de logements d'ici à 2050, selon la date et le type de construction. Source : Scénario Virage Énergie Climat Pays de la Loire.....	10
Figure 2. Évolution du nombre de logements et de la consommation d'énergie de 2010 à 2050. Source : Scénario Virage Énergie Climat Pays de la Loire.....	20
Figure 3. Évolution générale de 1990 à 2050 de la consommation d'énergie de l'habitat des Pays de la Loire. Source : Scénario Virage Énergie Climat Pays de la Loire.....	22

1 Résumé

Dans les Pays de la Loire, selon l'étude Explicit publiée en 2009, les logements représentent 34 % de la consommation totale d'énergie et 13 % de la totalité des émissions de GES. Ce chapitre présente nos travaux sur les économies d'énergie possibles dans ce secteur, à échéance de 2050. Il prend en compte l'augmentation de la population et du nombre de logements. Nos propositions en termes d'économies d'énergie s'appuient sur les leviers suivants :

- Une rénovation énergétique performante de l'habitat existant permettant une division par 3 de la consommation d'énergie. Ce chantier est essentiel, car le parc de logements actuel représentera encore les 2/3 du parc en 2050 et - même après rénovation - pèsera pour les 3/4 de la consommation d'énergie dans ce secteur.
- Des constructions neuves de plus en plus économes : à partir de fin 2012, toute nouvelle construction sera un bâtiment basse consommation (BBC). Dès 2020, tous les bâtiments neufs seront à énergie positive (BEPOS).
- Des équipements très performants : les équipements pour le chauffage, la production d'eau chaude sanitaire, les équipements électroménager seront de plus en plus économes en énergie.
- Un comportement économe des particuliers : la sobriété dans l'usage des équipements est nécessaire pour atteindre des objectifs optimaux.

En agissant sur ces quatre leviers, la consommation d'énergie (en énergie finale) diminue de 58 %, en comparaison avec le niveau de 2010. Le gain unitaire par logement (réduction de presque 75 %) est en partie absorbé par l'augmentation importante du nombre de logements (près de 50%). Le tableau suivant présente ces évolutions entre 2010 et 2050.

	2010 (données Explicit)	2050 (scénario VEC)	Variation 2010 / 2050
Population de la région	3 565 322	4 554 312	+ 28%
Nombre de logements	1 529 524	2 263 416	+ 48%
Consommation total d' énergie (Mtep)	2,76	1,16	-- 58%
Consommation d'énergie par logement (kWh/ m2.an)	241	66	-- 73%

Tableau 1. Logements et énergie, évolution selon notre scénario de 2010 à 2050. Source : Scénario Virage Énergie Climat Pays de la Loire.

2 Introduction

L'habitat, et le secteur du bâtiment en général, est fortement consommateur d'énergie et émetteur de gaz à effet de serre (GES). En France, la consommation d'énergie dans le secteur du bâtiment (logement et tertiaire) représente 43 % de la consommation totale d'énergie et 25 % des émissions de gaz à effet de serre. Le secteur de l'habitat est aussi un secteur, où les évolutions sont très lentes, puisque le renouvellement du parc (construction de logements neufs) n'est que de 1 % par an. Ainsi, agir uniquement sur les normes de construction et les réglementations thermiques ne peut suffire à réduire considérablement les GES et les consommations d'énergie, d'autant que l'application de la réglementation thermique est actuellement peu contrôlée.

Un vaste programme de rénovation du parc existant est donc nécessaire et doit allier des mesures politiques incitatives et des moyens de financement souples, afin de faciliter la mise en œuvre de travaux de rénovation d'envergure par les propriétaires. La valorisation de l'utilisation des énergies renouvelables et locales dans l'habitat (chauffage bois, solaire thermique, matériaux locaux, etc.) est également un levier d'actions important. Enfin, la transition énergétique dans le secteur de l'habitat est fortement conditionnée à l'adoption de comportements et d'habitudes économes en énergie, confortés par des achats responsables.

Ce chapitre présente les propositions chiffrées de Virage Énergie Climat Pays de la Loire pour valoriser le potentiel d'économies d'énergies du secteur de l'habitat des Pays de la Loire.

3 Les données et la méthode utilisée

3.1 Sources de données

Nos travaux s'appuient sur trois études principales :

- l'étude Explicit 2009, réalisée pour le compte de l'ADEME et la Région des Pays de la Loire (Explicit 2009)¹, (nous avons actualisé les chiffres de 2006 pour avoir des données en 2010) ;
- les documents de travail de la DREAL, remis à l'automne 2011 pour la préparation du SRCAE ;
- les données INSEE (Institut national de la statistique et des études économiques) pour l'augmentation de la population et l'évolution de la taille des ménages².

1 <http://ademe-pdll.typepad.fr/files/rapport-bilan-pdl-v4---26-mar-09-2.pdf>

2 http://www.insee.fr/fr/themes/tableau.asp?reg_id=99&ref_id=t_0401R

http://www.insee.fr/fr/themes/tableau.asp?reg_id=0&ref_id=AMFd1

3.2 Méthodologie employée

3.2.1 Périmètre de l'étude

- Nous prenons en compte uniquement la partie logement du secteur bâtiment, au sens habitat ou résidentiel. Un autre chapitre traite du secteur tertiaire. Les résidences secondaires ne sont également pas prises en compte : elles sont peu nombreuses et avec une faible consommation d'énergie car d'un usage saisonnier et surtout estival dans la région.
- Par simplification, notre étude ne différencie pas les logements individuels et les logements collectifs. Nous étudierons les mêmes actions d'économies d'énergie, bien que les modes de décision soient différents pour engager des travaux.
- La production locale d'énergie renouvelable, par exemple la production de chaleur à travers les panneaux solaires thermiques ou d'électricité à partir de panneaux photovoltaïques n'est pas prise en compte ici ; ces productions seront comptées dans le chapitre consacré aux énergies renouvelables. Pour le besoin en eau chaude sanitaire (ECS), nous chiffrons un besoin complet, sans introduire la part qui serait couverte par le solaire thermique.
- Notre étude ne prend pas en compte l'énergie grise des matériaux de construction.
- Notre étude ne prend pas en compte les nouvelles formes d'habitat (eco-quartier, habitat groupé) qui peuvent favoriser d'autres formes d'économies d'énergie (mitoyenneté, locaux mutualisés, équipements en commun, etc.).
- Les relations entre habitat et urbanisme seront abordées dans le **chapitre Transports et Déplacements**.
- Nos calculs sont faits en énergie finale, notée « ef », qui représente l'énergie livrée au consommateur. Nous raisonnons sur le besoin en énergie, après avoir réalisé les économies d'énergie et indépendamment de son origine et de ses vecteurs. La part de l'énergie électrique sera donc comptée pour 1, sauf mention explicite. Si l'on fait référence à la réglementation thermique du bâtiment, le calcul est fait en énergie primaire, notée « ep » ; la part de l'énergie électrique est alors comptée pour 2,58, du fait du faible rendement des centrales nucléaires et de la plupart des centrales thermiques.

3.2.2 Méthode globale

Notre démarche de recherche des économies d'énergie dans l'habitat suivra les étapes suivantes :

- **Étape 1** : Connaître la population de la région et son évolution à 2050.
- **Étape 2** : Connaître le parc actuel de logements et la consommation d'énergie correspondante.
- **Étape 3** : Prévoir l'évolution du parc, d'ici à 2050, en tenant compte de la date de construction des logements.
- **Étape 4** : Présenter les actions d'économies d'énergie, selon les usages et les types de logements.
- **Étape 5** : Chiffrer les prévisions de consommation d'énergie, selon les types de logements et les usages.

- **Étape 6** : Compte tenu du parc de logements en 2050, prévoir la consommation totale d'énergie, d'ici à 2050.
- **Étape 7** : Faire apparaître les économies d'énergie par rapport à la consommation de 2010 et visualiser les évolutions principales (nombre de logements et besoin en énergie).
- **Étape 8** : Indiquer les variations en usage de l'énergie.
- **Étape 9** : Comparer nos résultats avec d'autres scénarios de prospective énergétique.

3.3 Données de base et projections à 2050

3.3.1 Logements et consommation d'énergie en 2006

L'étude Explicit (publiée en 2009) nous renseigne sur la situation du parc de logements et sa consommation en 2006 : (Tableau 2).

Quantité	Unités	Valeur en 2006
Nombre total de logements		1,651,242
Nombre de résidences principales		1,456,135
Nombre de résidences secondaires		195,000
Quantité totale d'énergie consommée	Mtep	2.63
Quantité totale d'énergie consommée	TWh	30.5
Surface moyenne	m ²	87
Consommation moyenne par logement (énergie finale)	kWh/m ² .an	240
Part de l'énergie consommée par rapport au total sur la région	%	34
Part des émissions de GES par rapport au total sur la région	%	13

Tableau 2. Principales caractéristiques des logements en Pays de la Loire en 2006(quantités, surface et consommations d'énergie). Source : Explicit (2009)

En 2006, le secteur de l'habitat des Pays de la Loire représentait un total de 1 651 242 logements. La surface moyenne des logements était de 87m² et la consommation moyenne en énergie finale par logement était de 240 kWh/m².an. Sur l'ensemble du parc, la part de l'énergie consommée représentait 34 % des consommations totales d'énergie de la région et 70 % de la consommation du secteur du bâtiment.

3.3.2 Hypothèses sur l'évolution de la population et du nombre de logements

A partir de ces données de base (voir les données INSEE et les documents de la DREAL) les hypothèses retenues dans le scénario VEC pour l'évolution de la population et le nombre de logements sont les suivantes :

- augmentation de la population de 28 % et poursuite de la décohabitation ;
- augmentation du nombre de logements de 48 % ;
- faible augmentation de la surface des logements de 21 %.

Les évolutions de la population et du nombre de logements prévus dans le scénario VEC sont présentées dans le Tableau 3.

	2010 (données Explicite)	2050 (scénario VEC)	Variation 2010 / 2050
Population de la région	3 565 322	4 554 312	+ 28%
Nombre de logements	1 529 524	2 263 416	+ 48%
Nb moyen personnes /logement	2,3	2,0	
Surface m2 / personne	37	45	+ 21%

Tableau 3. Prévisions VEC d'augmentation de la population et du nombre de logements d'ici à 2050 en Pays de la Loire. Source : Scénario Virage Énergie Climat Pays de la Loire.

Nous prévoyons une augmentation du nombre de logements plus importante que l'augmentation de la population (+48 % pour le nombre de logements contre une augmentation de la population de 28%). Cet écart permettra une détente sur le marché des logements. La diminution du nombre de personnes par logement, en raison de la poursuite de la décohabitation, s'accompagne d'une augmentation de la surface disponible par personne.

3.3.3 Scénario d'évolution du parc de logements d'ici à 2050

A partir de la connaissance du parc actuel de logements et des dynamiques de construction/dé-construction, nous pouvons prévoir la situation du parc en 2050, avec la répartition des logements, selon leur date de construction.

3.3.3.1 Stratégie de construction/déconstruction

Compte tenu des besoins en nouveaux logements, nos prévisions de construction de logements neufs pour 2050 sont les suivantes :

dynamique d'évolution du parc de logement	taux annuel	en quantités constantes chaque année
dé-construction de l'habitat ancien	0,14%	2 039
construction de l'habitat neuf	1,40%	20 386
croissance annuel du parc de logement	1,26%	18 347

nb logements nouveaux sur 40 ans	733 892
----------------------------------	---------

Tableau 4. Dynamique d'évolution annuelle du parc de logements neufs en Pays de la Loire, d'ici à 2050. Source : Scénario Virage Énergie Climat Pays de la Loire.

En prenant en compte un taux de construction de 1,4 % par an et une dé-construction de 0,14 % , le nombre de logements neufs construits par an est d'environ 20 000 ; ce qui provoquera la construction d' environ 734 000 logements nouveaux dans les 40 ans à venir.

3.3.3.2 Évolution du parc jusqu'en 2050

Nos hypothèses pour l'évolution du parc de logements sont les suivantes :

- Les logements construits avant 1974 sont en légère dé-construction ;
- Les logements « intermédiaires » (1975 – 2000) sont stables ;
- Les logements conformes à la réglementation thermique RT2005 sont construits jusqu'à fin 2012 ;
- Les logements BBC sont généralisés à partir de 2013 et jusqu'en 2019 ;
- Les logements BEPOS sont construits à partir de 2020 et jusqu'en 2050.

A partir de ces hypothèses et de la dynamique annuelle (construction / déconstruction) nous pouvons prévoir le nombre et le type de logements par décennie entre 2006 et 2050, présentés dans le Tableau 5 et la Figure 1 ci-dessous.

Type de logements selon années de construction	nombre de logement en fin de décades						% en 2050
	2006	2010	2020	2030	2040	2050	
Avant 74 (anciens)	771 752	763 597	743 211	722 825	702 440	682 054	
75 – 2000 (intermédiaires)	524 209	524 209	524 209	524 209	524 209	524 209	
2001 – 06 (RT2000)	160 175	160 175	160 175	160 175	160 175	160 175	
2006 – 2012 (RT2005)	0	81 544	142 701	142 701	142 701	142 701	
total existants , avant 2012	1 456 135	1 529 524	1 570 296	1 549 910	1 529 524	1 509 138	67%
BBC (2013 – 2020)	0	0	142 701	142 701	142 701	142 701	
BEPOS (2020 – 2050)	0	0	0	203 859	407 718	611 577	
total neufs économes	0	0	142 701	346 560	550 419	754 278	33%
total logement	1 456 135	1 529 524	1 712 997	1 896 470	2 079 943	2 263 416	

Tableau 5. Prévision d'évolution du parc de logements en Pays de la Loire, d'ici à 2050. Source : Scénario Virage Énergie Climat Pays de la Loire.

Le nombre total de logements passe, entre 2006 et 2050, d'environ 1 456 000 à 2 263 000. Les nouveaux logements sont des logements BBC, puis des logements BEPOS. Cependant, la part des logements anciens et actuels (construits avant fin 2012) reste très importante, soit les 2/3 du parc en 2050 ; elle pèsera lourdement dans la consommation d'énergie, même après des travaux importants de rénovation et d'économies d'énergie.

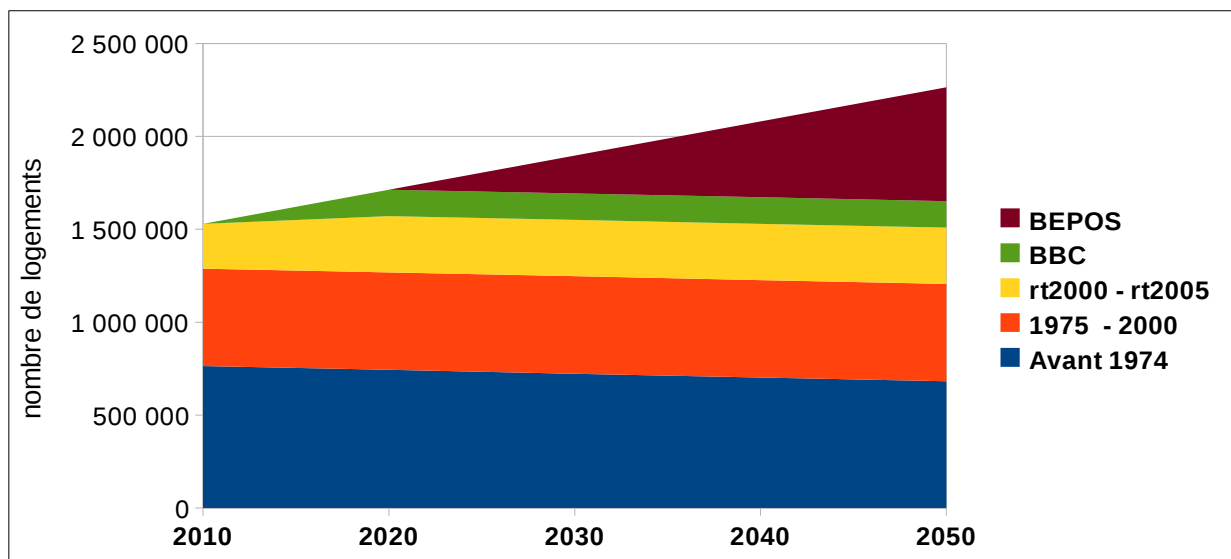


Figure 1. Évolution du parc de logements d'ici à 2050, selon la date et le type de construction.
Source : Scénario Virage Énergie Climat Pays de la Loire.

On constate une légère diminution des logements d'avant 1974, le maintien des logements entre 1975 et 2005, une petite période « BBC » puis la généralisation des logements « BEPOS ».

3.3.3.3 Les types de logements retenus dans notre étude

L'évolution principale, en termes d'économie d'énergie, se fait à partir de la construction des logements individuels de type BBC, en début 2013. Nous considérons donc que tous les logements, construits avant cette date devront subir des travaux de rénovation thermique, ou au moins des améliorations importantes pour les plus récents.

Dans la suite de notre étude, nous prendrons en compte trois types de logements :

- les logements anciens et actuels, construits avant 2013, qui devront être rénovés thermiquement d'ici à 2050. (voir plus loin le paragraphe « Stratégie de rénovation thermique des logements anciens et actuels »),
- les logements type BBC, construits entre 2013 et 2020,
- les logements type BEPOS, construits à partir de 2020.

3.4 Nos propositions pour les actions d'économie d'énergie

3.4.1 Identification des leviers d'économies d'énergie dans l'habitat

Les leviers d'économies d'énergie sont les suivants :

- rénover thermiquement les logements existants, afin de diminuer fortement leurs besoins de chauffage,

Scénario Virage Énergie Climat Pays de la Loire

- construire des logements neufs de plus en plus économes, à savoir des logements de type bâtiments basse consommation (BBC) et bâtiments à énergie positive (BEPOS). Ces nouveaux logements répondront aux nouvelles réglementations thermiques (RT 2012 et future RT 2020),
- améliorer les équipements liés aux usages de l'énergie (chauffage, eau chaude sanitaire, appareils électriques, etc.) pour tous les logements, anciens rénovés et neufs économes,
- favoriser un comportement économe des habitants pour atteindre une sobriété et un bon usage des équipements.

Pour présenter ces leviers d'économies d'énergie, nous étudierons :

- chaque usage de l'énergie et les économies possibles,
- et les applications de ces économies possibles dans les logements rénovés et neufs.

Remarque : La mise en œuvre des actions proposées se fera sur une longue période, jusqu'en 2050, ce qui permet de dépasser les niveaux de performance prévus pour les années 2020.

3.4.2 Les économies d'énergie sur le chauffage

La réduction du besoin de chauffage s'appuie sur les éléments suivants :

- compacité du bâtiment et bio-climatisme (prise en compte de la végétation et de l'environnement, ouverture des vitrages au sud, protection contre les surchauffes estivales, etc.),
- amélioration de l'enveloppe des logements (isolation de forte épaisseur, traitement des ponts thermiques avec avantage à l'isolation par l'extérieur, etc.),
- vitrages de très bonne qualité, usage de volets et de rideaux,
- étanchéité à l'air performante et ventilation favorisant les économies d'énergie (par exemple de type double flux),
- équipements de chauffage très performants pour un rendement optimum.

Rénovation des logements existants

Le besoin de chauffage (en énergie finale) est d'environ 175 kWh/m².an en moyenne pour le parc actuel. Notre cible, après travaux de rénovation thermique, est de 35 kWh/m².an, légèrement inférieure à ce que propose l'association Effinergie, pour une rénovation performante de type « BBC rénovation »³.

Logements économes (BBC et BEPOS)

Les logements économes intègrent progressivement tous ces facteurs d'économies d'énergie, avec un besoin de chauffage de plus en plus faible :

- pour les logements de type BBC (bâtiments basse consommation), on raisonne sur une moyenne entre 2013 et 2020 et on prend en compte l'évolution du BBC standard vers le « BBC + », proposée par l'association Effinergie, soit un besoin de chauffage de 16 kWh/m².an⁴,
- les logements BEPOS (bâtiments à énergie positive) sont de type « passifs » (c'est à dire sans équipement de chauffage), avec un besoin de chauffage inférieur ou égal à 10 kWh/m².an.

Les équipements de chauffage

Les évolutions déjà constatées de ces équipements (recours aux énergies renouvelables, amélioration des performances) favorisent ces économies d'énergie :

- installation de chauffage solaire, chauffage au bois ou à granulés, chaudière gaz à condensation, PAC (pompe à chaleur) avec coefficient de performance (COP) supérieur à 4. Des couplages sont possibles pour valoriser plusieurs formes d'énergie, par exemple le chauffage solaire avec un appoint par chauffage au bois, PAC et chaudière performante, etc.,
- remplacement progressif des chauffages électriques, à l'occasion des travaux de rénovation et d'aménagements intérieurs,
- ventilation de type « double flux » qui permet des économies d'énergie sur le poste du chauffage,

3 <http://www.effinergie.org/site/Effinergie/BBC-EffinergieRenovation>

4 <http://www.effinergie.org/index.php/actualite/726-referentiel-propose-par-ffinergie-aux-regions-lancant-leurs-appels-a-projet-bbc-et-bepos>

- système thermodynamique qui favorise les économies sur l'eau chaude sanitaire,
- recours au stockage solaire inter-saisonnier permettant une plus grande part d'énergie solaire pour le chauffage et l'eau chaude sanitaire, notamment en habitat dense⁵,
- automatisation de certains équipements (gestion des ouvertures de volets selon la température et l'ensoleillement, gestion de la consommation électrique selon la capacité de production, etc.),
- Remarque : nous raisonnons ici sur un besoin « brut » de chaleur pour les usages comme le chauffage et l'eau chaude sanitaire. Ce besoin de chaleur sera pris en compte dans le chapitre qui modélise la relation entre les besoins en énergie et l'apport des énergies renouvelables.

3.4.3 Les économies d'énergie sur l'eau chaude sanitaire (ECS)

Le besoin actuel en énergie pour la production d'eau chaude sanitaire est de 26 kWh /m².an en moyenne.

- La sobriété dans l'usage (une douche plutôt qu'un bain, une douche courte, l'usage de douche économe, limiteur de débit etc.) permet un gain d'environ 50 % sur le volume d'eau chaude. Le besoin en ECS passe de 26 à 13 kWh /m².an.
- Comme en 2050, le nombre d'habitant par unité de surface est plus faible (de 21 %), le besoin évolue dans le même sens, soit 10 kWh/m².an ,

3.4.4 Les économies d'énergie sur l'électricité spécifique

L'électricité spécifique concerne tous les usages de l'électricité (en dehors du chauffage et de la production ECS), soit les usages suivants : éclairage, ventilation, circulateurs, électroménager, multimédia, etc. Un foyer consomme en moyenne 2700 kWh par an pour l'ensemble de ces usages.

Pour établir la consommation électrique, d'ici à 2050, nous prenons en compte les 2 évolutions suivantes :

- une faible augmentation du nombre des équipements, soit 50% de plus entre 2010 et 2050. Cette faible augmentation est mise en relation avec une sobriété dans l'équipement des ménages, soit un facteur de 1,5,
- une amélioration de l'efficacité des appareils et un usage dans de bonnes conditions permettent une division de la consommation unitaire de chaque équipement par 2⁶,
- ainsi, nous obtenons un facteur de réduction de $1,5 / 2 = 0,75$. Cette réduction s'applique aux différents usages de l'électricité.

5 *Du soleil dans les réseaux*, La Revue des énergies renouvelables, n° 207 - Janvier 2012 , article pages 78 et 79

6 SIDLER Olivier - Comment diviser par 2 sa consommation électrodomestique – Enertech : <http://www.enertech.fr/pdf/76/reduire-consommation-electrodomestique.pdf>

Nous prenons en compte la consommation supplémentaire des ventilations de type double flux (VMC2F), pour les logements neufs BBC et BEPOS, usage durant 6 mois de l'année en régime normal et 1,5 mois en sur-ventilation en été (soit 3,1 kWh/m².an).

Le Tableau 6 présente l'évolution de la consommation d'électricité spécifique entre 2010 et 2050, avec la répartition, selon les types d'usages.

Énergie électrique en kWh /m².an (en énergie finale)	Consommation ac- tuelle	Consommation en 2050
Usages comptés dans les réglementations ther- miques (éclairage, ventilation, auxiliaires) et ventilation double flux	6	4,5 3,1
Autres usages (électroménager, multimédia ...)	21	16
Total des usages	27	23.5

Tableau 6. Évolution de la consommation d'électricité spécifique entre 2010 et 2050. Source : Scénario Virage Énergie Climat Pays de la Loire.

3.4.5 Les économies d'énergie sur la cuisson

Le besoin actuel en énergie pour la cuisson est de 12 kWh /m².an. en moyenne. Le bon usage des équipements de cuisine (couvercle, cuisson à la vapeur, chauffage du volume d'eau juste nécessaire, etc.) et l'amélioration de certains équipements (isolation des fours, caisse isolante de type « marmite norvégienne ») permettent d'économiser environ 1/3 du besoin d'énergie pour la cuisson. Ainsi, le besoin en énergie pour la cuisson passerait de 12 à 8 kWh/m².an.⁷.

De plus, en 2050, le nombre d'habitants par unité de surface est plus faible (de 21 %), le besoin évolue dans le même sens, soit 6,5 kWh/m².an en fin de compte.

3.4.6 Un levier d'économies d'énergie supplémentaire : le comportement des habitants

Le comportement des habitants est un facteur important et déterminant pour atteindre les économies d'énergie escomptées. Il implique notamment :

- le respect des températures de consigne (19 °C le jour, 16 °C la nuit),

⁷ http://www.eco-sapiens.com/dossier-7-L_energie-de-la-cuisson.html

- un bon usage de la régulation des appareils de chauffage (horloge et programmation, robinets thermostatiques, etc.),
- une sobriété dans la consommation d'eau chaude sanitaire : douche (courte) plutôt qu'un bain, usage de douchettes économes,
- une sobriété dans l'équipement en appareils fonctionnant à l'énergie électrique (électroménager, multimédia),
- un bon usage de ces appareils.

Des mesures générales seront nécessaires, afin d'accompagner ces comportements économes et éviter l'effet rebond. Ces mesures sont pédagogiques et incitatives :

- établir une taxe énergie climat et un prix de l'énergie qui, après un « quantum » de base, augmente en fonction du volume de consommation,
- diffuser les bonnes pratiques et les gestes simples en faveur des économies d'énergie,
- obliger les fabricants à fournir un mode d'emploi simple, favorisant un usage économe pour les appareils et équipements consommateurs d'énergie,
- imposer le standard de deux arrivées d'eau (froid et chaud) dans les logements pour les appareils de type lave-linge et lave-vaisselle, pour substituer la production de chaleur locale, efficace et stockable (solaire thermique, bois, etc.) à la résistance électrique actuelle.

A noter : nous n'avons pas proposé de chiffrage particulier pour les économies d'énergie générées par le comportement des habitants. Certaines de ces actions sont déjà intégrées dans nos facteurs généraux d'économies d'énergie, par exemple sur les consommations d'eau chaude sanitaire ou d'électricité spécifique.

Un programme d'actions comme *Les familles à énergie positive*⁸, repris dans différentes régions, illustre le fait que des économies d'énergie, dépassant parfois les 20 %, sont possibles à court terme et sans investissements. Ces résultats sont obtenus à travers des actions quotidiennes des familles, sous réserve d'une bonne information et d'un accompagnement pédagogique.

3.5 Prévisions de besoins en énergie à terme par type de logements

Le Tableau 7 reprend les chiffres que nous avons établis précédemment, en passant en revue les actions d'économies d'énergie. Il permet une totalisation selon nos 3 types de logements :

- les logements anciens et actuels soumis à une rénovation performante,
- les futurs logements de type BBC,
- les futurs logements de type BEPOS.

8 Guide 100 eco-gestes, Familles à énergie positive, www.prioriterre.org - [http://centre.familles-a-energie-
positive.fr/public/upload/PAYS%20DE%20LA%20LOIRE/Telechargement/quizz100ecogestes2011_pp.pdf](http://centre.familles-a-energie-positive.fr/public/upload/PAYS%20DE%20LA%20LOIRE/Telechargement/quizz100ecogestes2011_pp.pdf)

usage de l'énergie kWh/m2.an	2010, moyenne actuelle	rénovation type Effinergie	2050, rénovation VEC	BBC, moyenne 2013-2020	BEPOS, moyenne 2020-2050
	A	B	C	D	E
chauffage	175	39	35	16	10
eau chaude sanitaire	26	26	11	11	11
électricité RT (ef) lumière, ventilation et auxiliaires	6	6	4,5	7,6	7,6
sous total RT (ef)	207	71	50	34	28
sous total RT (ep)	216	80	57	46	40
cuisson	12	12	6,5	6,5	6,5
électricité spécifique, autres usages (ef)	21	21	16	16	16
total tous usages (ef)	240	104	72	56	50

Tableau 7. Prévisions des besoins en énergie, selon les types de logements, en 2050. Source : Scénario Virage Énergie Climat Pays de la Loire.

- indication (ef) : indique un comptage en énergie finale (électricité comptée pour 1),
- indication (ep) : indique un comptage en énergie primaire (électricité comptée pour 2,58),
- indication RT : fait référence aux usages de l'énergie pris en compte dans les calculs pour les règlementations thermiques (chauffage, ECS, lumière, ventilation et auxiliaires).

Remarques sur les colonnes et lignes de ce tableau :

colonne A : consommation moyenne actuelle des logements et répartition selon l'étude Explicit (page 42), à savoir : chauffage 71 %, eau chaude sanitaire 11 %, cuisson 5 % et électricité tous usages 13 %.

colonne B : répartition des usages de l'énergie dans un logement rénové, proche du standard rénovation Effinergie « BBC rénovation », avec un total de 80 kWh ep /m2.an, (dont 39 pour le chauffage).

colonne C : selon nos propositions, répartition des usages de l'énergie après rénovation performante pour le parc actuel. On prend en compte pour le chauffage, une valeur un peu inférieure à la cible « rénovation Effinergie » et pour les autres usages, les valeurs de type BEPOS.

Rappel : notre scénario se situe en 2050, ce qui permet d'optimiser la rénovation (baisse du chauffage) et les équipements et autres usages (prise en compte des valeurs de type BEPOS) pour l'ensemble du parc actuel à améliorer et à rénover.

colonne D : répartition des usages de l'énergie, pour un logement de type « BBC + », en moyenne entre 2013 et 2020, c'est à dire en évolution entre BBC standard et BEPOS,

colonne E : répartition des usages de l'énergie, pour un logement de type « BEPOS », avec les consommations minimum pour tous les usages.

Remarque : pour les logements de type BBC et BEPOS, les valeurs indiquées ne tiennent pas compte des apports en énergies renouvelables (notamment du solaire thermique et photovoltaïque) ; en effet ces apports seront comptés dans le chapitre correspondant au potentiel des énergies renouvelables. Ainsi, nos évaluations BBC et BEPOS sont plus fortes que des logements correspondants qui incluraient ces apports locaux d'énergies renouvelables.

ligne « sous total RT (ep) » : total des consommations d'énergie prises en compte dans le calcul des réglementations thermiques (souvent utilisées par les professionnels du bâtiment), en énergie primaire.

Les consommations électriques sont décomposées selon les usages :

- comptés dans les réglementations thermiques : lumière, ventilation (y compris VMC2F) et auxiliaires,
- autres usages (ef), consommations électriques non prises en compte dans le calcul des réglementations thermiques (notamment celles correspondant à l'électroménager et au multimédia).

ligne « total tous usages (ef) » : ce total comprend tous les usages de l'énergie finale , il est notre indicateur principal pour quantifier les besoins en énergie et faire apparaître le gain en économies d'énergie.

En résumé, ce tableau synthétise les niveaux de consommation d'énergie en 2050, selon les types de logements et le gain correspondant.

Évolution des consommations d'énergie	Logements actuels (2010)	Logements rénovés	Logements BBC	Logements BEPOS
Consommation tous usages kWh/m2.an (ef)	240	72	56	50
Gain sur le niveau de 2010		70%	77%	79%

Tableau 8. Les besoins en énergie, selon les types de logements en 2050 et gain obtenu par rapport à 2010.
Source : Scénario Virage Énergie Climat Pays de la Loire.

3.5.1 Stratégie de rénovation thermique des logements anciens et actuels

La rénovation porte sur tous les logements construits avant les logements BBC, c'est à dire construits avant 2012, y compris pour des logements récents, construits après 2000 et dont la consommation d'énergie est en général supérieure à 120 ou 150 kWh ef /m2.an.

La rénovation, à réaliser d'ici à 2050, interviendra sous plusieurs formes :

- Pour les logements anciens, favoriser la réalisation de travaux visant la performance énergétique de l'enveloppe des bâtiments. Ces travaux peuvent faire l'objet de plusieurs chantiers consécutifs, si la coordination est optimale et si chacun vise la performance et la qualité globale. Par exemple, l'association suisse Minergie⁹ propose des phases organisées avec des « paquets » de travaux performants successifs, afin d'échelonner des travaux cohérents sur plusieurs années.
- Pour les appareils et les équipements, une amélioration progressive et le remplacement des équipements favorisera les économies sur tous les autres usages. En effet, en considérant que les équipements durent entre 10 et 15 ans, il y aura au moins 2 phases de renouvellement complet, d'ici à 2050.
- Pour les logements plus récents (construits après 2000), des travaux d'amélioration thermique peuvent être réalisés à l'occasion d'un ravalement (isolation par l'extérieur, par exemple) et lors de travaux liés à des projets d'extension et de modification des volumes intérieurs et des pièces¹⁰.

L'effort de rénovation prévu aboutira à **70 % d'économies d'énergie**, réparties par période de 10 ans, selon le Tableau 9 :

Période	de 2010 à 2020	de 2020 à 2030	de 2030 à 2040	de 2040 à 2050
% de l'effort de rénovation	35%	18%	11%	5%

Tableau 9. Répartition de l'effort de rénovation entre 2010 et 2050. Source : Scénario Virage Énergie Climat Pays de la Loire.

La première tranche, entre 2010 et 2020, porte sur le tiers le plus énergivore des logements, soit ceux des niveaux E, F ou G sur l'étiquette du diagnostic de performance énergétique (DPE). Le gain, obtenu suite à ces travaux, est alors très important. Il représente 35 % des économies d'énergie totales. Il concerne un peu plus de 40 000 logements à rénover « thermiquement » par an, ce qui correspond à 2 chantiers de rénovation pour la construction d'un logement neuf.

Sur les décades suivantes, on passe progressivement à des logements plus récents, moins énergivores. Le gain est alors plus faible en résultat.

9 Rénover avec clairvoyance : Les mesures de construction par étapes – Minergie : http://www.minergie.ch/publications_minergie.html

10 SIDLER Olivier - Rénovation à basse consommation d'énergie des logements en France - Projet « RENAISSANCE » Programme européen CONCERTO - Août 2007 : <http://www.negawatt.org/telechargement/Docs/Sidler%20Renovation%20final%201107.pdf>

Le gain de 35 % de notre scénario est proche du calcul de 38 % d'économies d'énergie, annoncé lors du Grenelle de l'environnement. Ce dernier est réalisé en énergie primaire, il prend en compte une certaine diminution des chauffages électriques et porte sur l'ensemble du secteur du bâtiment, tertiaire y compris.

4 Résultats

Nous avons étudié l'évolution du parc des logements jusqu'en 2050, nous avons chiffré les prévisions de consommation d'énergie de chaque type de logements, nous pouvons donc en déduire les consommations d'énergie de 2010 à 2050. Le Tableau 10 et la Figure 2 ci-dessous présentent ces résultats.

		2010	2020	2030	2040	2050
A	Nb logements	1 529 524	1 712 997	1 896 470	2 079 943	2 263 416
B	Consommation énergie (Mtep)	2,76	1,86	1,44	1,22	1,16
C	Gain sur niveau 2010		33%	48%	56%	58%
D	Part des logements actuels dans la consommation totale	100%	97%	90%	81%	74%
E	Conso / log. (kWh/m2.an)	241	145	97	75	66
F	Conso / log., base 100 en 2010	100	60	42	33	28

Tableau 10. Évolution des consommations d'énergie d'ici à 2050. Source : Scénario Virage Énergie Climat Pays de la Loire.

Le gain en économies d'énergie est de 58 % par rapport à 2010 (ligne C). Les logements existants rénovés pèsent encore 74 % de la consommation totale d'énergie (ligne D). En 2050, la consommation unitaire par logement n'est plus que de 28 % par rapport à celle de 2010 (ligne F).

Par logement, l'effort d'économies d'énergie est très important, mais il est, en partie, compensé par l'augmentation du nombre de logements.

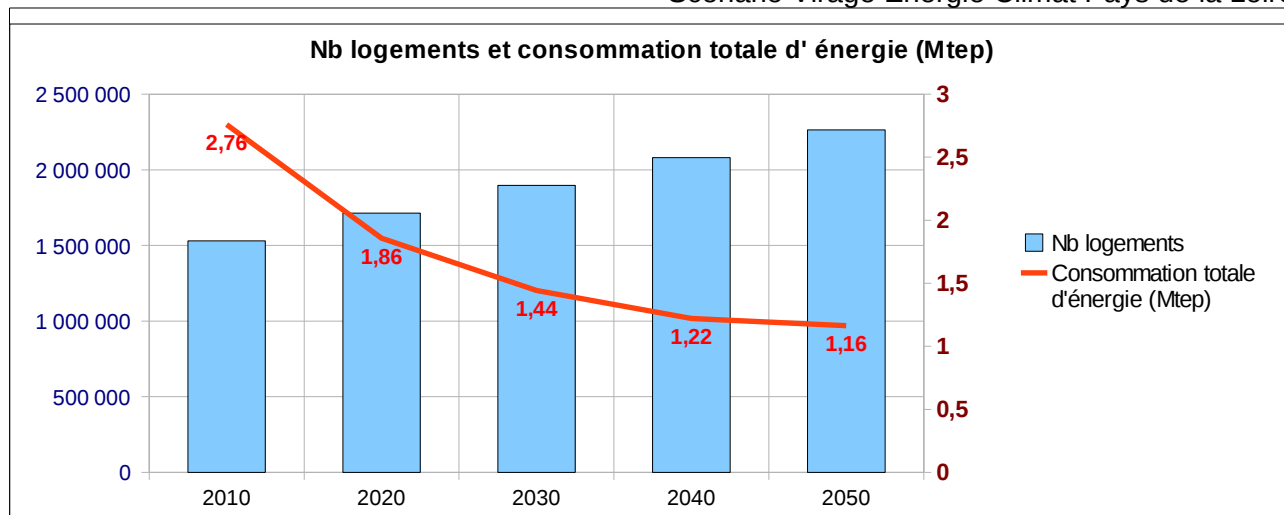


Figure 2. Évolution du nombre de logements et de la consommation d'énergie de 2010 à 2050.
Source : Scénario Virage Énergie Climat Pays de la Loire.

4.1 Évolution des usages de l'énergie

L'effort en économie d'énergie (58 %) se traduit principalement par une économie sur les postes du chauffage et de l'eau chaude sanitaire. Il y a une faible augmentation de l'électricité spécifique.

Le Tableau 11 ci-dessous présente cette évolution des usages de l'énergie.

Consommation d'énergie selon les usages (Mtep)	2010 (actuel)	2050 (scénario VEC)	variation 2010 / 2050
Chauffage	1,96	0,48	-75%
ECS	0,3	0,19	-39%
Cuisson	0,14	0,12	-16%
Total chaleur	2,4	0,78	-67%
Électricité spécifique	0,36	0,38	5%
Total énergie	2,76	1,16	-58%

Tableau 11. Évolution des usages de l'énergie dans l'habitat des Pays de la Loire. Source : Scénario Virage Énergie Climat Pays de la Loire.

Le besoin en chaleur est de 0,78 Mtep, celui en électricité est de 0,38 Mtep.

Une partie de ce besoin de chaleur pourra être assurée par des équipements de type pompe à chaleur avec un fort coefficient de performance (COP : rapport entre l'énergie totale fournie et l'énergie électrique consommée). Cela correspondra à un transfert d'un besoin de chaleur vers un besoin en électricité, ce besoin en électricité étant minoré par le coefficient de performance, soit au global une diminution du besoin en énergie. Dans ce chapitre nous ne prenons pas en compte ces possibilités et nous en restons à un besoin « brut » de chaleur.

4.2 Évolution de la consommation d'énergie de l'habitat des Pays de la Loire entre 1990 et 2050

En intégrant les données Explicit de 1990 et 2000, et nos prévisions d'économies d'énergie de 2010 à 2050, nous pouvons présenter une évolution générale de la consommation d'énergie de l'habitat des Pays de la Loire de 1990 à 2050 (Figure 3).

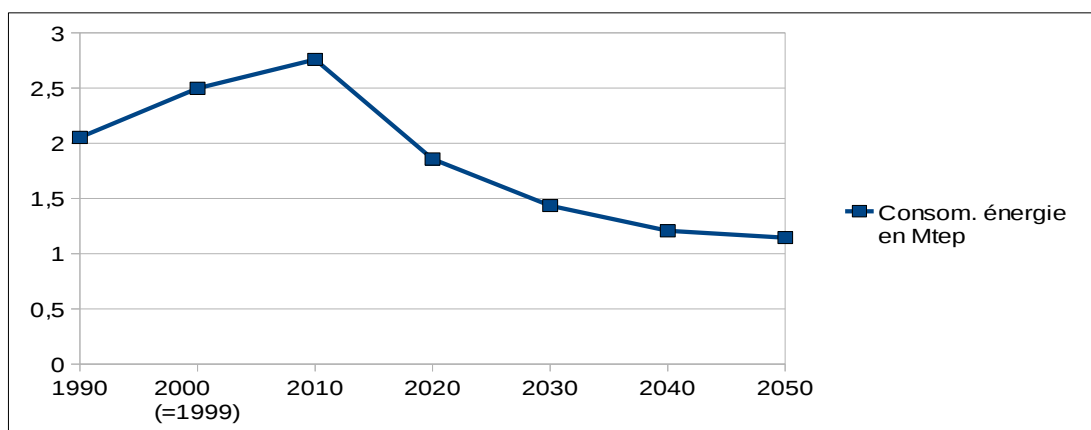


Figure 3. Évolution générale de 1990 à 2050 de la consommation d'énergie de l'habitat des Pays de la Loire. Source : Scénario Virage Énergie Climat Pays de la Loire.

L'effort sur la rénovation permet un gain important sur la période 2010 / 2020, ce qui se traduit visuellement par une pente forte ; ensuite la construction de logements très économes (type BE-POS) est « amortie » par le poids des logements anciens rénovés, la pente devient plus faible.

5 Discussion et comparaison avec d'autres scénarios

5.1 Le scénario du Grenelle de l'environnement en 2009

Une étude réalisée pour le compte du Commissariat Général du Développement Durable indique que les mesures, annoncées à la suite du Grenelle de l'Environnement, sont insuffisantes pour atteindre les objectifs annoncés (- 38 % en 2020 et le facteur 4 à horizon 2050)¹¹.

5.2 Le scénario « volontariste » présenté lors du SRCAE

À l'automne 2011, un scénario « volontariste » a été présenté par la DREAL des Pays de la Loire, lors des réunions de préparation du SRCAE (Schéma Régional Climat Air Énergie). Voici les principales indications qui portent sur l'ensemble du secteur du bâtiment (logement + tertiaire).

En énergie finale	Scénario « volontariste » SRCAE (logement + tertiaire)		Scénario VEC (de 2010 à 2050) (logement)
	De 2009 à 2020	De 2009 à 2050	
Gain en consommation unitaire	25%	48%	72%
Gain en consommation globale, avec l'augmentation du parc	15%	19%	58%

Tableau 12. Comparaison du scénario VEC (logement) et du scénario volontariste SRCAE (logement + tertiaire).
Source : Scénario Virage Énergie Climat Pays de la Loire.

Nos travaux font ressortir un potentiel plus important en économie d'énergie que le scénario volontariste présenté lors du SRCAE.

6 Conclusions

Le scénario de Virage Énergie Climat Pays de la Loire présente et chiffre les économies d'énergies réalisables dans l'habitat des Pays de la Loire. En agissant sur différents leviers d'actions et en prenant en compte l'évolution du parc, les résultats obtenus révèlent un gisement important d'économies d'énergie. Le potentiel d'économies d'énergie mobilisable en 2050 représente ainsi près de 60 % des consommations d'énergie de 2010.

11 Évaluation des mesures du Grenelle de l'Environnement sur le parc de logements – COMMISSARIAT GÉNÉRAL AU DÉVELOPPEMENT DURABLE, n°58, Novembre 2011 : <http://www.developpement-durable.gouv.fr/IMG/pdf/ED58.pdf>

Scénario Virage Énergie Climat Pays de la Loire
Ambitieux mais réaliste, notre scénario rappelle notamment l'importance du chantier de rénovation pour les logements construits avant 2013, c'est à dire avant l'imposition de la norme BBC pour les constructions neuves. Ce chantier de rénovation devra allier performance et isolation de l'enveloppe du bâtiment et amélioration continue des équipements. Des campagnes de sensibilisation devraient aider à favoriser les comportements économes des habitants.

7 Références

Liste des références bibliographiques

Étude Explicit 2009, Bilan Énergie Climat de la Région Pays de la Loire, étude réalisée pour le compte de l'Ademe et la Region des Pays de la Loire

<http://ademe-pdll.typepad.fr/infos/2010/04/journ%C3%A9e-r%C3%A9gionale-energie-et-effet-de-serre-7-avril-2009.html>

Données INSEE (augmentation de la population)

http://www.insee.fr/fr/themes/tableau.asp?reg_id=99&ref_id=t_0401R

Données INSEE (évolution des ménages)

http://www.insee.fr/fr/themes/tableau.asp?reg_id=0&ref_id=AMFd1

Effinergie rénovation

<http://www.effinergie.org/site/Effinergie/BBC-EffinergieRenovation>

Minergie rénovation

http://www.minergie.ch/publications_minergie.html

SIDLER Olivier - Rénovation à basse consommation d'énergie des logements en france - Projet «RENAISSANCE» Programme européen CONCERTO - Août 2007

<http://www.negawatt.org/telechargement/Docs/Sidler%20Renovation%20final%201107.pdf>

Du soleil dans les réseaux, La Revue des énergies renouvelables, n° 207, Janvier 2012, p.78 et 79

SIDLER Olivier - Comment diviser par 2 sa consommation électrodomestique – Enertech

<http://www.enertech.fr/pdf/76/reduire-consommation-electrodomestique.pdf>

Les ecosapiens

http://www.eco-sapiens.com/dossier-7-L_energie-de-la-cuisson.html

Familles à énergie positive et le Guide 100 eco-gestes

http://centre.familles-a-energie-positive.fr/public/upload/PAYS%20DE%20LA%20LOIRE/Telechargement/quizz100ecogestes2011_pp.pdf

Prioriterre : Centre d'information et de Conseil Énergie, Eau, Consommation

www.prioriterre.org

Évaluation des mesures du Grenelle de l'Environnement sur le parc de logements – COMMISSA-RIAT GÉNÉRAL AU DÉVELOPPEMENT DURABLE, n°58, Novembre 2011

<http://www.developpement-durable.gouv.fr/IMG/pdf/ED58.pdf>

D'autres éléments de bibliographie

rénovation énergétique des bâtiments à chauffage collectif - Énergies et Avenir – Mars 2011

<http://blog.pages-energie.com/etude-sur-la-renovation-energetique-des-batiments-a-chauffage-collectif-3635.html>

Présentation de quelques réalisations sur

<http://www.observatoirebbc.org/site/ObservatoireBBC/>

Scénario *Habitat facteur 4*, Les cahiers du club d'ingénierie prospective énergie et environnement (CLIP / Iddri / SciencesPO), n°20, Novembre 2010

<http://www.iddri.org/Publications/Les-cahiers-du-CLIP/Habitat-Facteur-4>