



Montreux
european energy award



PDCEN: COMMUNE DE MONTREUX

Potentiel solaire

Document No 2.4.3

PLANAIR
Ingénieurs conseils en énergies et environnement

PLANAIR SA ingénieurs conseils SIA
info@planair.ch | www.planair.ch | N° TVA 541 996

Neuchâtel: CH-2314 La Sagne | Rue du Crêt 108a | Tél. +41 (0)32 933 88 40 | Fax +41 (0)32 933 88 50
Vaud: CH-1400 Yverdon-les-Bains | Rue Gallée 6 | Tél. +41 (0)24 566 52 00 | Fax +41 (0)32 933 88 50
Jura: CH-2800 Delémont | Rue de la Vauche 6 | Tél. +41 (0)32 421 03 30 | Fax +41 (0)32 421 03 39
France: F-25800 Valdahon | 22, rue de la Gare | Tél. +33 (0)9 81 98 19 11 | Fax +33 (0)9 81 70 84 62



SOMMAIRE

- 1. Introduction3
 - 1.1 Description et définition de la ressource3
 - 1.2 Etat de la technique actuel et futur3
 - 1.3 Chiffres clés4
 - 1.4 Principaux avantages et critiques.....4
- 2. Etat actuel de la ressource sur le territoire communal.....4
 - 2.1 Méthodologie employée4
 - 2.2 Consommations/Productions existantes5
 - 2.3 Carte de la ressource.....5
- 3. Potentiel mobilisable.....5
 - 3.1 Méthodologie proposée.....5
 - 3.2 Limites du potentiel mobilisable6
 - 3.3 Potentiel mobilisable à court terme7
 - 3.4 Potentiel mobilisable à long terme8
 - 3.5 Impacts sur le territoire.....9
- 4. Proposition d’action10
 - 4.1 Opportunité pour développer un projet phare.....10
 - 4.2 Opportunité d’actions11
- 5. Conclusions11

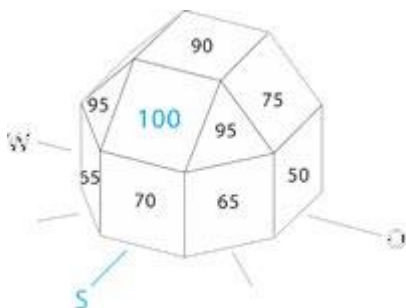
Version N°	Date	Auteur	Relecteur	Distribution à
01	03.09.2013	Lionel Perret	Jérôme Attinger	Commune de Montreux
02	28.11.2013	Lionel Perret	Jérôme Attinger	Commune de Montreux
03	05.02.2014	Lionel Perret	Jérôme Attinger	Commune de Montreux

1. Introduction

1.1 Description et définition de la ressource

Chaque heure, le soleil délivre à la terre l'équivalent de la consommation d'énergie annuelle de la population mondiale. La ressource solaire est donc particulièrement importante, et peut être convertie soit en chaleur au travers de panneaux solaires thermiques (environ 60% de l'énergie solaire convertie en chaleur), soit convertie en électricité au travers de panneaux solaires photovoltaïques (de 15 à 20% de l'énergie solaire convertie en électricité).

Le grand avantage de la ressource solaire est d'être relativement uniforme sur une zone ensoleillée. Les zones ombragées sont à minimiser, voir à éviter absolument pour des panneaux photovoltaïques plus sensibles aux ombrages.



La ressource solaire est très dépendante de l'orientation et de l'inclinaison. Dans l'idéal les panneaux doivent être orientés au sud entre 15° et 35°. Cependant avec la baisse des prix pour les panneaux photovoltaïques, des pentes plus faibles et des orientations variées sont parfois envisageables.

1.2 Etat de la technique actuel et futur

Solaire thermique

Le solaire thermique a bénéficié d'amélioration technique, mais ces prix ont été relativement stables dans les 10 dernières années. Un mètre carré de panneau thermique coûte encore aujourd'hui de 500 à 1000 CHF suivant la taille de l'installation (coût ne comprenant pas la pose). Le solaire thermique est subventionné au niveau cantonal et communal.

A long terme, il sera possible d'approvisionner le parc immobilier de logements avec des installations solaires thermiques qui couvriront jusqu'à 60 % des besoins de chaleur (NET AG, 2012).

Solaire photovoltaïque

Le solaire photovoltaïque a vu ses coûts chuter de manière drastique ces 10 dernières années, avec une diminution du prix des panneaux par un facteur 20. Un mètre carré de panneau solaire photovoltaïque coûte aujourd'hui de 80 à 150 CHF suivant la taille de l'installation. Le solaire photovoltaïque est subventionné au niveau fédéral, mais les coûts de revient sont très proche des prix de consommation de l'électricité.

1.3 Chiffres clés

Thermique

Le masterplan [Swissolar](#) fixe des objectifs ambitieux à l'horizon 2035 : chaque habitant de Suisse doit être équipé de 2 m² de capteurs solaires thermiques en moyenne. Cela permettra de couvrir environ 15 % de nos besoins en chaleur.

Actuellement 150'000 m² de panneaux thermiques sont posés par an en Suisse (2011)

Photovoltaïque

Swissolar a fixé un objectif de 20% de la consommation d'électricité couverte par des panneaux photovoltaïques en 2020. Cet objectif est possible au vu des développements en Allemagne, mais sera difficile à atteindre en Suisse. Au niveau de la Confédération, il est prévu que le solaire photovoltaïque contribue à 20% de notre consommation énergétique, mais à l'horizon 2050. C'est donc dans tous les cas une nouvelle énergie renouvelable incontournable.

Actuellement 1'300'000 m² de panneaux photovoltaïques sont posés par an en Suisse (2011).

1.4 Principaux avantages et critiques

Le principal avantage du solaire est son excellente acceptation populaire, qui lui permet de faire l'objet de procédures simples en comparaison aux autres énergies renouvelables. La nouvelle loi sur l'aménagement du territoire viendra encore renforcer cet avantage : sauf dans des zones sensibles délimitées par le canton, le solaire pourrait être déployé sur des bâtiments sans permis de construire. C'est ainsi une énergie dont le potentiel peut être déployé assez rapidement.

Avec les processus de fabrication industriels actuels, le solaire présente un très bon écobilan, entre 1 et 2 ans d'énergie grise selon les filières pour 25 ans d'énergie renouvelable.

L'inconvénient consécutif est le coût potentiellement important d'une politique de soutien trop généreuse. Afin d'avoir accès à une énergie solaire à prix compétitif, les projets doivent se faire en synergie avec des rénovations de toitures ou en priorité sur les toitures les plus adaptées.

A grande échelle, un des défis à relever viendra de la gestion de l'énergie apportée au réseau. D'un autre côté, ce défi encourage le développeur de compteurs intelligents et d'autres technologies nécessaires à la gestion de la demande et à la transition énergétique.

2. Etat actuel de la ressource sur le territoire communal

2.1 Méthodologie employée

Un cadastre solaire a été établi dans la région, un extrait de ce dernier permet de quantifier le potentiel solaire total. Le potentiel solaire de la région est particulièrement intéressant, les surfaces des toitures excellentes, bonnes et de réserve permettraient de couvrir jusqu'à 43 % des besoins en électricité de la Commune, ce qui correspond à environ 50 GWh_{el}¹ avec les technologies actuelles (panneaux avec 15% d'efficacité en moyenne) ce qui correspond à un peu plus 5'000 m².

Ces mêmes surfaces permettraient de produire environ 160 GWh_{th}² avec les technologies actuelles (env. 50% d'efficacité thermique).

En pratique, le potentiel est à répartir entre les 2 technologies.

¹ unité d'énergie représentant 1 000 000 kWh électrique

² unité d'énergie représentant 1 000 000 kWh thermique

2.2 Consommations/Productions existantes

Le solaire est actuellement peu développé sur la Commune.

En 2010, les productions existantes sont de

- environ 56 MWh³ d'électricité photovoltaïque sur la Commune, soit 1 millième du potentiel.
- environ 168 MWh de chaleur sur la Commune, soit aussi environ 1 millième du potentiel.

2.3 Carte de la ressource

L'énergie solaire reçue sur la région de Montreux est supérieure à la moyenne Suisse, permettant des coûts de revient particulièrement intéressants.

Le cadastre solaire mis en place sur Cartoriviera⁴ est disponible pour la Commune de Montreux. Il représente un très bon outil de sensibilisation, qui permet une première approche pour la réalisation d'installation solaire.

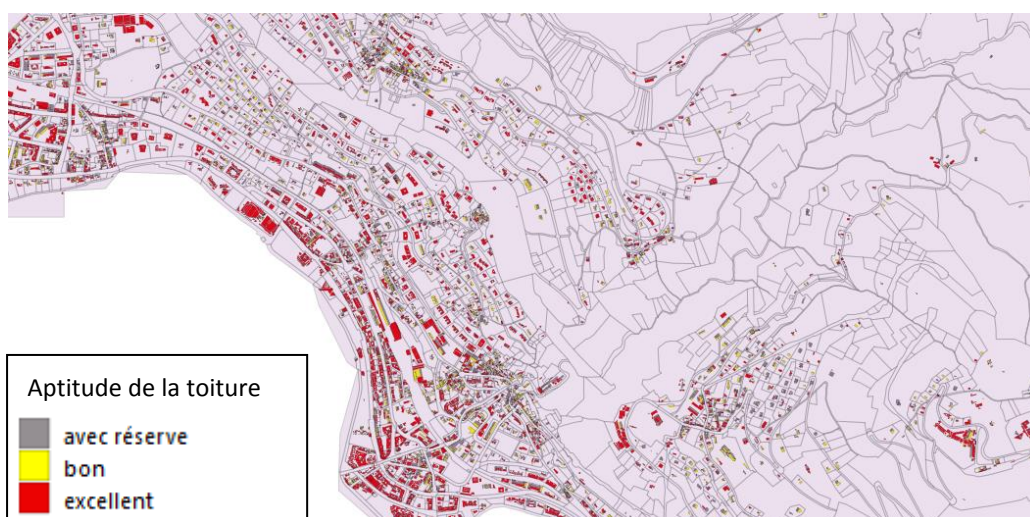


Figure 1 : Cadastre solaire réalisé par Cartoriviera

3. Potentiel mobilisable

3.1 Méthodologie proposée

Thermique

D'après une étude récente, le potentiel technique du solaire thermique peut être estimé de 30 à 61 % des besoins de chaleur pour le parc immobilier de logements (OFEN / NET AG, 2012). La largeur de la fourchette est le reflet de différents scénarios de référence. Le potentiel de 30 % est obtenu dans un scénario impliquant des systèmes conventionnels d'exploitation de l'énergie solaire thermique et un faible besoin de chaleur (bâtiments à 8 l de mazout ou 80 kWh par m² de SRE et par an). Le potentiel de 61 % se base sur l'hypothèse que des nouveaux systèmes très performants seront mis au point (amélioration des capacités de stockage) et que des bâtiments à très basse consommation (3 l) seront construits. Pour exploiter au maximum ce potentiel, le

³ Données 2010 issues du monitoring réalisé par la Commune de Montreux

⁴ <http://map.cartoriviera.ch/>

Potentiel solaire

solaire thermique ne devra pas seulement servir à produire l'ECS (eau chaude sanitaire), mais contribuer également au chauffage des locaux et ce, à grande échelle.

La consommation de chaleur des ménages sur la commune s'élève à environ 190 GWh_{th}. (secteur ménage). Couvrir 30% des besoins de chaleur revient à produire environ 60 GWh_{th}, soit utilisée environ 35% de la surface brute solaire disponible à des fins thermiques.

Sur Montreux, le total des surfaces disposant d'une excellente ou d'une bonne aptitude pour des installations solaires thermiques est de 480'000 m².

Photovoltaïque

Le photovoltaïque peut couvrir sans adaptation de la gestion des réseaux environ 10% de la consommation. Au-delà des solutions techniques sur la production photovoltaïque (onduleurs intelligents actuellement disponibles, orientations Est-Ouest des panneaux) peuvent permettre d'atteindre environ 15 à 20%. Afin de couvrir des parts de la consommation locale d'environ 30%, le développement de smart-grid au niveau local doit être développé. Ce nouveau type de réseau facilite la gestion de certaines charges de consommation ou de production et permet l'emploi de stockages décentralisés. Ils sont particulièrement adaptés aux énergies renouvelables dont la production varie fortement en fonction des heures de la journée et pour certaines en fonction des conditions climatiques.

Sur Montreux, le total des surfaces disposant d'une excellente ou d'une bonne aptitude pour des installations photovoltaïques est de 346'000 m².

3.2 Limites du potentiel mobilisable

De nombreux paramètres interviennent pour décider de la pertinence d'installer une installation solaire sur le toit d'un bâtiment. Le bureau Planair a développé un modèle pratique, adapté aux conditions suisses, permettant d'examiner l'adéquation d'un bâtiment sur la base d'une étude de faisabilité simplifiée. Le tableau ci-après résume les critères de décision et un résumé de leur influence sur les coûts pour une solution photovoltaïque. En principe, seuls les toits permettant des conditions bonnes à excellentes (code de couleurs jaune et vert) sont adaptés. Des précisions quant aux critères employés sont données à la suite du tableau.

A relever que les coûts de construction doivent être régulièrement actualisés suite à la baisse régulière au niveau mondial du prix des panneaux photovoltaïques.

Potentiel solaire

Paramètres	Evaluation / Résultats			
	Excellent	Bon	Moyen	Mauvais
Productivité [kWh/kWp]	> 1'000	950-1'000	850-950	< 850
Orientation [°] (N=180°, S=0°, E=-90°, O=+90°)	+/- 0-30	+/- 30-60	+/- 60-90	+/- 90-180
Inclinaison [°]	15-35	0-15 / 35-60	60-70	70-90
Ombrage	Aucun	Faible (très faible partie de la toiture)	Moyen (partie relativement importante de la toiture)	Fort (quasi-totalité de la toiture)
Adéquation toiture (étanchéité)	Adapté (aucune rénovation nécessaire)	Rénovation simple (< CHF 50/m ²)	Rénovation avancée (CHF 50/m ² à CHF 100/m ²)	Rénovation complète (> CHF 100/m ²)
Marge statique [kg/m ²]	> 50	20-50	10-20	0-10
Exposition aux vents	Quasi nulle (zones urbaines étendues)	Faible (localités, milieu rural)	Moyenne (grandes plaines)	Forte (Rives lacustres)
Raccordement au réseau	Facile	Moyen	A renforcer	Inexistant/inadapté (à réaliser)
Logistique	Facile	Moyen	Difficile	Très difficile
Installation	Coûts spécifiques en fonction de l'installation et de l'évaluation ci-dessus			
	Excellent	Bon	Moyen	Mauvais
300 kWp ~2'000 m ² de panneaux	1.5		2.5	
100 ~650 m ² de panneaux	2		3	
30 ~200 m ² de panneaux	2.5		4	

Résumé des éléments influençant le potentiel d'une installation PV – méthode Planair

3.3 Potentiel mobilisable à court terme

Pour le thermique, le potentiel à court terme est essentiellement constitué d'installation visant à couvrir les besoins en eau chaude sanitaire. Il y a lieu de l'encourager, avec un appoint chauffage selon les cas, dans les rénovations de bâtiments. Selon les besoins en énergie thermique des industries, un grand projet industriel solaire thermique pourrait être envisagé.

Pour le photovoltaïque, le potentiel à court terme est constitué de 2 axes :

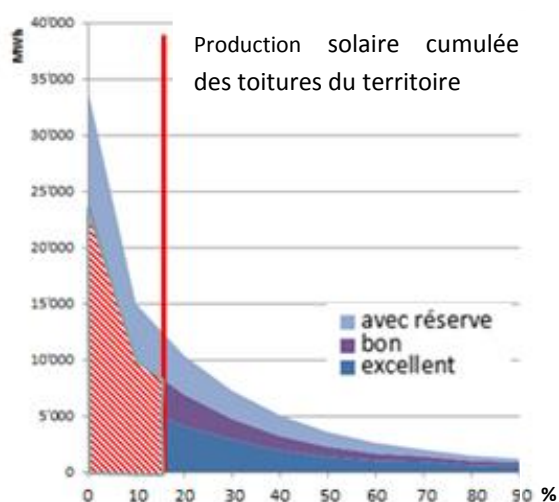
- De petites ou moyennes installations chez des privés, soutenue par la future contribution unique de la rétribution à prix coûtant (aide à l'investissement allant jusqu'à 30 %) et la mise en place d'un schéma de net metering (déduction de la production de la facture d'électricité). La déduction fiscale pour les énergies renouvelables supplémentaire permet d'assurer dès aujourd'hui l'intérêt de telles solutions photovoltaïques.
- De grandes installations sur les toitures industrielles adaptées. Ces installations permettent de produire du courant photovoltaïque à des prix minimaux et d'en faciliter l'intégration dans le réseau au vu des besoins industriels proches.

3.4 Potentiel mobilisable à long terme

A long terme, au vu des évolutions positives de la technologie, une grande part du potentiel mobilisable pourra être atteint, notamment sur le photovoltaïque. Il faut noter que le potentiel de la Commune de Montreux est important. En effet en analysant les résultats du cadastre solaire, les toitures disposant des aptitudes bonne et excellente peuvent couvrir une part importante des consommations du territoire, environ 40% tout en tenant compte de la protection du patrimoine.

Le potentiel thermique est aujourd'hui plus délicat à déployer en raison des coûts de la chaleur produite.

Cependant pour franchir la barrière au-delà du potentiel mobilisable à court terme, des adaptations au niveau du fonctionnement doivent être menées, notamment sur la gestion du réseau. Ces adaptations peuvent être menées au niveau des stockages thermiques ou des onduleurs photovoltaïques (gestion de la qualité du courant produit, stockage, gestion de la demande).



Une analyse du cadastre solaire photovoltaïque en prenant en compte la protection du patrimoine permet de voir qu'en travaillant sur 15% des plus grandes surfaces disposant d'une aptitude bonne et excellente, la production pourrait atteindre près de 20 % des besoins d'électricité du territoire soit 24 000 MWh par an. L'exploitation de ces toitures permettrait donc d'atteindre les objectifs fixés par la confédération dans la stratégie 2050.

Par ailleurs, avec une représentation spatiale de ces mêmes toitures, nous pouvons déterminer des zones où le développement du solaire est à favoriser. Ces zones disposent de toiture de taille importante avec des aptitudes bonnes et excellentes ce qui garantit une production et une rentabilité intéressante.

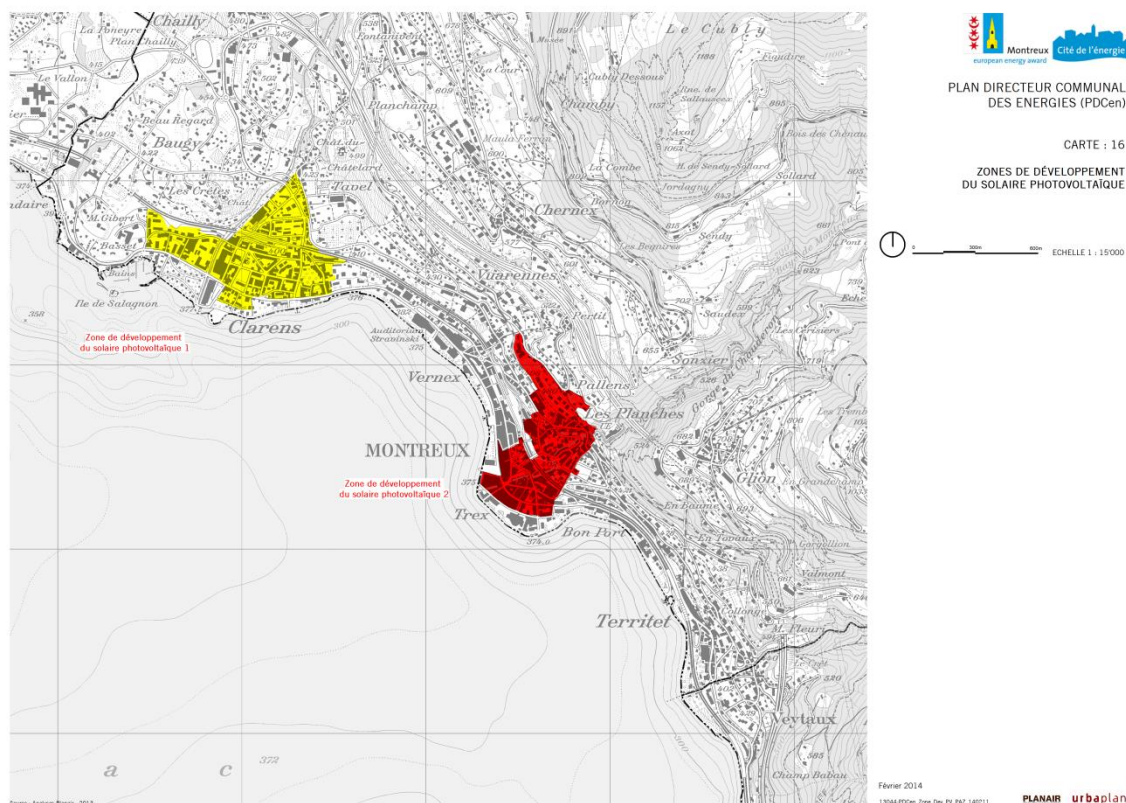


Figure 1: zones de développement du solaire photovoltaïque

Deux zones se démarquent fortement. Il s'agit des embouchures de la baie de Clarens et de la baie de Montreux.

3.5 Impacts sur le territoire

Objectifs à court terme 2020 :

En matière de solaire thermique, le potentiel est essentiellement constitué d'installation décentralisée venant substituer 50% des besoins en ECS. Ce potentiel peut être dans une première phase estimé à 5 GWh_{th}. Il représente environ 10'000 m² de panneaux répartis en 1'000 installations. Les coûts totaux sont autour de CHF 20 millions. Une baisse des prix doit intervenir pour déployer le potentiel à plus large échelle. La Commune de Montreux disposant d'une qualité paysagère et architecturale élevée, les objectifs fixés se veulent réalistes.

Pour le solaire photovoltaïque, le potentiel relève en grande partie des excellentes toitures industrielles, permettant de produire environ 10 GWh_{el}, soit environ 20% du potentiel en ciblant uniquement 3% du total des toitures. Ces toitures peuvent permettre de produire de l'énergie à un prix proche du prix de l'électricité. L'investissement est autour de CHF 20 millions. Cela correspond à environ 100'000 m² de panneaux solaires à installer avec les technologies de 2013.

Le solaire photovoltaïque résidentiel peut être estimé à environ 1'000 installations de 5 kWp en moyenne (possibilité de net metering pour les locataires), permettant de produire environ 5 GWh_{el}, soit environ 50'000 m², avec un investissement autour de CHF 20 millions.

Le photovoltaïque représenterait alors 13% de la consommation actuelle d'énergie du territoire montreuisien.

Objectifs à long terme 2035 :

Pour le solaire thermique, l'objectif de 2m²/hab de Swissolar est ambitieux. Pour le territoire de Montreux, il semble réaliste de se fixer l'objectif d'atteindre un ratio de 1m²/hab soit environ 25'000 m² pour 2035.

Pour le solaire photovoltaïque, le potentiel à long terme montre qu'il est réaliste de couvrir 20%, (environ 24'000 MWh_{el}) des consommations d'électricité futures du territoire par le solaire photovoltaïque. Si le développement suit la progression souhaitée pour 2020, le potentiel sera atteint entre 2020 et 2030. Au-delà de ces 20 %, avec les technologies actuelles, des contraintes techniques de gestion du réseau demanderont à être levées. Une fois les solutions mises en place, au vu du cadastre solaire, l'exploitation de toutes les toitures les plus intéressantes pourrait permettre d'atteindre près de 40% (48'000 MWh el) de la consommation du territoire.

4. Proposition d'action**4.1 Opportunité pour développer un projet phare**

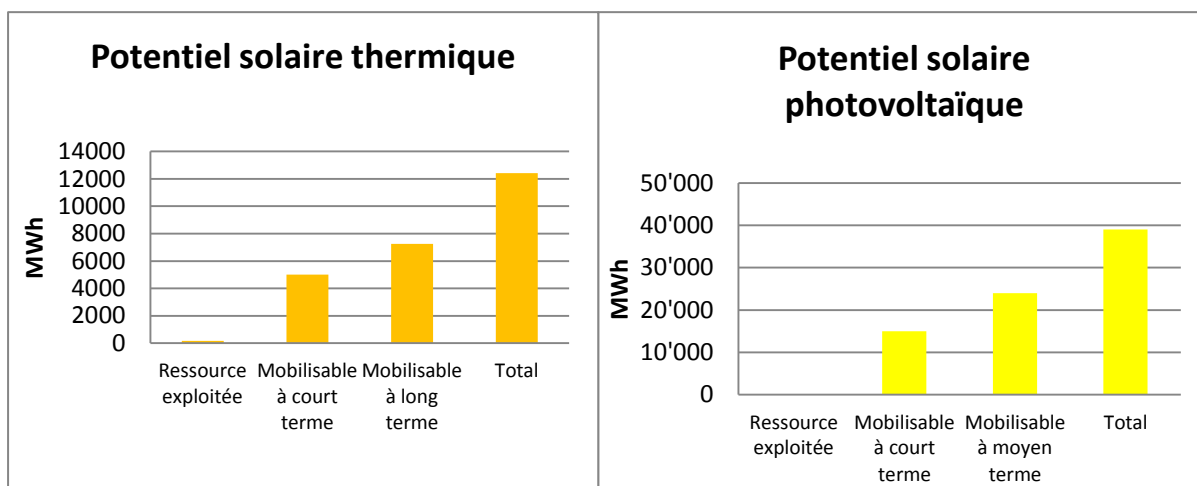
Une zone ou un quartier pourrait être sélectionné en vue d'y déployer le potentiel solaire mobilisable total. Cette zone serait alors l'objet d'étude au niveau des réseaux électriques et thermiques en vue d'analyser quelles mesures peuvent être entreprises pour la gestion de l'équilibre annuel. Cette zone devra également disposer de compteurs intelligents et d'un éventuel système de stockage par exemple hydraulique, thermique, voir chimique (conversion électricité en méthane).

Au niveau d'un projet pilote, il existe aujourd'hui des développements de capteurs hybrides thermique/photovoltaïque par des entreprises européennes, mais qui sont actuellement très peu installés. Un projet testant de tels capteurs à moyenne échelle serait tout à fait novateur en Suisse. Au niveau du potentiel, ces capteurs ont l'avantage de regrouper sur une même surface les 2 technologies.

4.2 Opportunité d'actions

Une majorité du potentiel au niveau énergétique provient des toitures industrielles. Des audits sommaires des grandes toitures industrielles pourraient être lancés afin de préciser ce potentiel et d'avoir une base en vue de la réalisation de ce potentiel en coopération avec le distributeur d'électricité. Dans le cadre de ces audits, les toitures industrielles intéressantes pourraient être déposées à la RPC en vue d'accélérer leur sécurité de financement.

5. Conclusions



Sur la commune de Montreux, le solaire est une énergie incontournable. Son potentiel est très important et pourrait à long terme couvrir une grande partie de la consommation électrique du territoire. Au vu, des surfaces disponibles et des objectifs à court et long terme, il n'y a pas de compétitivité entre les deux énergies. Par ailleurs, les technologies des panneaux solaires photovoltaïques évoluent régulièrement et les surfaces annoncées pour produire les objectifs sont des valeurs maximales.

Pour cela à court terme, en répartissant un objectif ambitieux de 10 GWh_{el} sur les toitures industrielles et 5 GWh_{el} sur les toitures privées, le solaire photovoltaïque pourrait couvrir 15 GWh_{el}, soit 12% de la consommation électrique du territoire de la Commune.

Le potentiel thermique est aussi important notamment dans le cadre de rénovation, même si son prix a moins baissé dans les dernières années. Il peut permettre de couvrir une bonne partie des besoins en eau chaude sanitaire à court terme avec un apport de 5 GWh_{th} et celui-ci pourrait être doublé à long terme.

Lionel Perret
Responsable du groupe ENR

Jérôme Attinger
Responsable du groupe énergie dans les communes

PLANAIR SA; LPT/JAR ; Yverdon, 5 février 2014.