

## Conception d'un "combisystème" solaire thermique

À remettre le dimanche 27 avril, avant minuit (par Moodle)

Pondération : 30 % de la note globale

Version 2014-03-20

### 1. Objectif

L'objectif du projet est de concevoir un système solaire thermique pour le chauffage des espaces et pour la production d'eau chaude domestique dans un bâtiment résidentiel. Le bâtiment est 100 % électrique et le distributeur offre une subvention spéciale pour les projets de démonstration de ce type de système, sous la forme d'un montant fixe de 0.25 \$ par kWh économisé sur la durée de vie fixée à 25 ans. Vous devez rédiger la demande de subvention qui démontre la performance du système solaire proposé et l'économie réalisée par rapport à un système de référence. Vous agissez au nom des propriétaires qui se sont réunis pour ce projet et votre rapport est une demande de subvention pour ce projet solaire. Vous devrez fournir un design détaillé avec schémas de fonctionnement, budget et performance (thermique et économique) estimée. De plus, vous devrez répondre à des questions spécifiques posées dans l'appel à projets.

Le projet est réalisé en équipes de 2 étudiants. La composition des équipes et le fichier météo choisi (voir plus loin) doivent être communiqués avant le 28 mars.

### 2. Bâtiment et localisation

La Figure 1 montre une représentation schématique du bâtiment. La hauteur totale par rapport à la rue est de 9 m. Le sous-sol est disponible pour l'installation des équipements que vous sélectionnerez (réservoirs, etc.). Le premier et le deuxième niveau sont occupés par un logement de 3 chambres. Le dernier niveau est occupé par un logement d'une chambre.

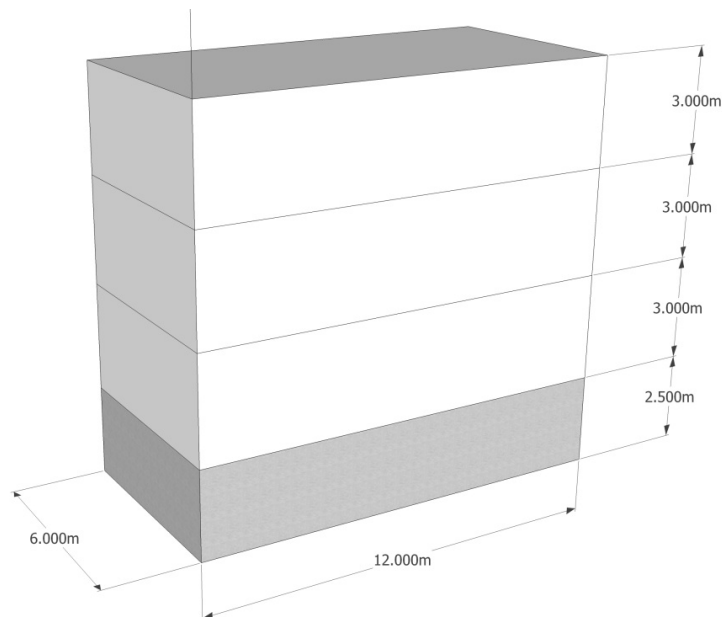


Figure 1 : Représentation schématique du bâtiment

Deux côtés du bâtiment sont mitoyens et les deux autres côtés donnent sur les rues. Les capteurs solaires peuvent être installés n'importe où sur le toit et/ou sur les façades, mais vous devez laisser au moins 25 % des façades disponibles pour des fenêtres et portes. Vous êtes autorisés à modifier la forme du bâtiment pour introduire une pente dans une des façades du dernier étage. Cette pente doit être entre  $90^\circ$  (verticale) et  $45^\circ$ .

La Figure 2 représente la localisation du bâtiment. L'orientation du plan par rapport au Nord géographique (O1 ou O2) ainsi que les bâtiments causant de l'ombrage sont différents pour chaque équipe de conception (voir fichier de données techniques sur Moodle). Le bâtiment sera situé au coin des rues du Centre et de la Montagne, tel qu'indiqué sur le plan.

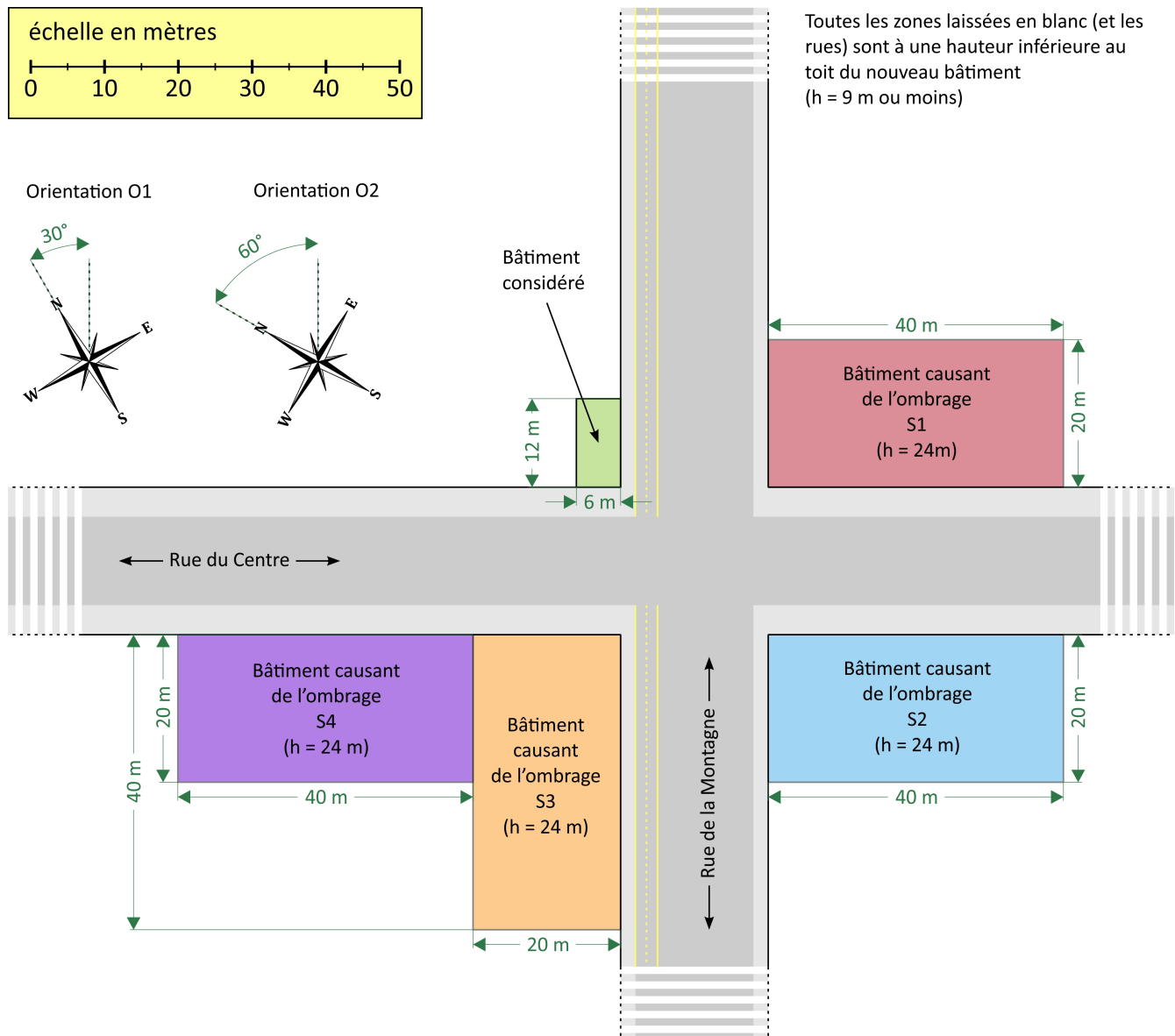


Figure 2 : Plan de localisation du bâtiment

Vous pouvez choisir librement le fichier météo utilisé pour votre étude, en respectant la condition suivante : le nombre de degrés-jours annuels en chauffage (Heating Degree Days, HDD) calculés pour une température de  $18^\circ\text{C}$  (ou  $18.3^\circ\text{C}$ ) doit être supérieur à 2500. Ces degrés-jours sont disponibles dans le fichier .stat qui est fourni avec les fichiers météos sur le site du DOE : [http://apps1.eere.energy.gov/buildings/energyplus/cfm/weather\\_data.cfm](http://apps1.eere.energy.gov/buildings/energyplus/cfm/weather_data.cfm). Le choix du fichier météo ne

doit pas être cohérent avec les données économiques ni avec la configuration locale (ombrage) – en d'autres mots, vous utiliserez les coûts indiqués et la configuration de la Figure 2, quelle que soit la ville choisie pour les données météo.

### 3. Consommation du bâtiment et système de référence

Les besoins en chaleur pour le chauffage des locaux vous seront fournis sous la forme d'un fichier horaire après que vous ayez choisi le fichier météo utilisé. Vous devez satisfaire ces besoins en assurant une température de départ minimale de 45 °C en tout temps. Le fichier horaire spécifie également le débit d'eau nécessaire dans le réseau de chauffage.

Vous devez estimer la demande en eau chaude des deux logements. Votre système doit assurer une température minimale de 55 °C en tout temps (mais une vanne mélangeuse thermostatique est utilisée pour maintenir une température de fourniture d'eau chaude de 45 °C).

Le bâtiment est 100 % électrique et le système de référence consiste en des plinthes électriques (rendement de 100 %) et un chauffe-eau électrique (vous pouvez supposer une efficacité globale de 85 % en incluant toutes les pertes, i.e. le chauffe-eau fournira 85 kWh à l'eau chaude domestique s'il consomme 100 kWh électriques).

### 4. Programme de subvention et points à aborder dans la demande

Format de la demande : Document de 20 pages maximum incluant les éventuelles annexes

Le programme de subvention accorde un montant de 0.25 \$ par kWh économisé pendant la durée de vie fixée à 25 ans. Ce montant est versé en une fois à la construction du projet.

Pour qu'un projet soit acceptable dans ce programme de démonstration, la fraction solaire pour l'eau chaude (définie comme la partie non couverte par de l'énergie d'appoint) doit être au moins de 75 % (il n'y a pas d'exigence sur la fraction solaire pour le chauffage). Note : cette définition n'est pas applicable dans le cas où la contribution solaire pour l'eau chaude domestique ne peut pas être différenciée de celle pour le chauffage (par exemple en cas d'appoint unique). On peut simplement considérer la définition suivante : la quantité d'énergie auxiliaire totale doit être inférieure à la somme de 25% des besoins en eau chaude et de 100% des besoins en chauffage. Autrement dit :

$$Q_{aux} < Q_{SPH} + 0.25 \cdot Q_{DHW}$$

où  $Q_{aux}$  est l'énergie auxiliaire totale,  $Q_{SPH}$  est la demande totale de chauffage des locaux (intégrale des valeurs du fichier texte fourni) et  $Q_{DHW}$  est la demande totale en eau chaude (énergie nette nécessaire, i.e. l'intégrale du débit fois la chaleur spécifique fois la différence de température entre l'entrée (mains) et la sortie (température d'utilisation) – toutes ces quantités sont des valeurs intégrées sur l'année, par exemple en kWh/an.

Les propriétaires ont soumis une lettre d'intention qui a été jugée recevable mais l'agence de financement exige que les points suivants soient abordés dans la demande de subvention :

- Schéma de localisation, étude d'ombrage et localisation des capteurs solaires
- Évaluation et présentation de la demande de chaleur du bâtiment (chauffage des locaux et eau chaude domestique)
- Rapport détaillé de simulation du design retenu :
  - Configuration retenue avec bilan énergétique annuel (diagramme de Sankey).
  - Justification du choix des capteurs (comparaison avec autres technologies disponibles) et de leur installation (inclinaison, localisation)
  - Description de la stratégie de contrôle

- Analyse du comportement dynamique du système avec un court pas de temps ( $\leq 5$  min), par exemple en extrayant des journées typiques
- Performance énergétique (kWh économisés, kWh solaires récupérés, fraction solaire)
- Analyse des périodes de stagnation et mesures prises pour en réduire les impacts
- Analyse économique démontrant la rentabilité (ou non) du projet grâce à la contribution de l'agence de financement (flux financiers annuels et Valeur Actualisée Nette, ainsi que le taux de rentabilité interne du projet pour les propriétaires). Notez que les propriétaires bénéficient à la fois de la réduction de leur facture d'électricité et de la subvention accordée.
- Dans la limite de l'espace disponible, vous devez démontrer que vous avez considéré différentes technologies de capteurs solaires (capteurs plans et tubes sous vide)

## 5. Données techniques et économiques

Les paramètres pour l'analyse économique sont fournis dans le fichier Excel disponible sur Moodle. Des liens vers les listes de prix que vous pourrez utiliser pour le système solaire figurent également dans ce fichier. Notez que vous devez utiliser des données fiables (SRCC ou Solar Keymark) pour la performance des capteurs solaires. Pour les paramètres techniques et les pertes thermiques des réservoirs de stockage, des tuyaux, etc., vous pouvez vous baser sur les données des fabricants et sur vos estimations.

Certains catalogues fournissent à la fois des prix pour des ensembles présélectionnés (capteurs, réservoir et tous les accessoires) et des listes de prix très détaillées avec tous les composants principaux et tous les accessoires. Si vous choisissez les composants individuellement, vous ne devez pas nécessairement considérer tous les accessoires mineurs dans le détail, vous pouvez ajouter une estimation de la "balance du système" que vous justifierez.

Les coûts d'installation ne sont pas inclus dans les différents catalogues, le fichier Excel sur Moodle donne également des instructions à ce sujet.

## 6. Exclusions du projet

Certains aspects d'un projet réel sont exclus de votre mandat :

- Fixation des capteurs solaires : vous pouvez supposer que la structure du toit (ou de la façade) des bâtiments supportera sans problème le poids des capteurs et de leur éventuel ballast. Les coûts fournis pour l'installation des capteurs incluent toutes les fixations nécessaires, aussi bien sur les toits qu'au sol.
- Pertes de charge dans le réseau solaire et dans les circuits de distribution : vous ne devez pas calculer les pertes de charge. Vous devez cependant choisir la taille des tuyaux pour maintenir une vitesse acceptable dans les tuyaux (on recommande généralement une vitesse entre 0.4 et 1 m/s) et dans les capteurs (selon les recommandations des fabricants). Vous devez estimer les pertes de chaleur de la tuyauterie des capteurs solaires. Vous devez également estimer sommairement la puissance de pompage pour en tenir compte dans les économies d'énergie et les coûts d'opération.
- Réseaux de distribution d'eau chaude et de chauffage des locaux à l'intérieur du bâtiment : vous pouvez négliger ceux-ci et considérer que le système s'arrête à la partie centralisée. Vous devez cependant tenir compte de la température minimale à fournir pour le chauffage et pour l'eau chaude (voir données techniques additionnelles sur Moodle)
- On ne considère pas le refroidissement des locaux ni les autres consommations d'énergie (appareils, éclairage, etc.)