

| | |
|----------------------------------|----------------|
| Centres d'intérêt abordés | Énergie |
| Niveau d'analyse | Comportemental |

| | |
|-------------------------------|---|
| Objectifs pédagogiques | 1.2.3 Utilisation raisonnée des ressources |
| Connaissances | Efficacité énergétique Réduction de la consommation énergétique |
| Activités (2 H) | Évaluer l'impact environnemental d'un bâtiment du point de vue de la consommation énergétique Rechercher des solutions pour améliorer l'efficacité énergétique |

| | |
|-------------------------------|--|
| Ressources matérielles | Ordinateur avec logiciel en ligne Promodul |
|-------------------------------|--|

Ce TP porte sur la performance énergétique d'une maison individuelle. Il a pour objectifs :

- de définir et quantifier la performance énergétique dans l'habitat ;
- d'identifier les paramètres qui influent sur la performance énergétique ;
- rechercher et choisir des solutions technologiques qui permettent de l'améliorer.

1. PRÉSENTATION

Le TP porte sur l'étude de la performance énergétique d'une maison ancienne et sur les possibilités d'amélioration de cette performance (isolation, équipements plus performants). On utilise le logiciel de diagnostic et de simulation pour l'amélioration de la performance énergétique en ligne à l'adresse <http://promodul.bao-gp.com>.



2. DESCRIPTION DE LA MAISON

🔗 Lancer le logiciel en ligne Promodul à l'adresse <http://promodul.bao-gp.com>. Compléter les caractéristiques de la maison conformément aux informations données aux paragraphes suivants.

2.1. CARACTÉRISTIQUES GÉNÉRALES DE LA MAISON

La maison ancienne est située en Seine et Marne. Ses caractéristiques sont les suivantes :

- surface habitable de 100 m² ;
- construite entre 1948 et 1974 ;
- sans véranda, ni vitrage sur dégagé ;
- un seul niveau chauffé ;
- hauteur sous plafond de 2,5 m ;
- indépendante et de forme carrée.

2.2. DESCRIPTION DE L'ENVELOPPE DU BÂTI (TOITURE, MURS, FENÊTRES)

La toiture est sur combles perdus et elle n'a pas subi de travaux d'isolation. Les murs n'ont pas fait l'objet de travaux d'isolation depuis la construction de la maison. Les fenêtres sont équipées de simple vitrage. Le plancher bas est de type terre-plein

2.3. DESCRIPTION DES ÉQUIPEMENTS (CHAUFFAGE, ECS, VENTILATION)

On veut comparer les performances énergétiques de la maison et les dépenses pour le chauffage et l'eau chaude sanitaire en fonction de l'énergie utilisée.

2.3.1. ÉNERGIE ÉLECTRIQUE

Le système de chauffage utilise des convecteurs électriques NFC. Le système d'eau chaude sanitaire est réalisé par un chauffe-eau électrique âgé de 5 à 15 ans.

Description des équipements (chauffage, eau chaude sanitaire, ventilation)

SYSTEMES DE CHAUFFAGE ET DE CLIMATISATION

Présence d'un insert : ?

Energie utilisée :

Systèmes de chauffage :

Présence d'un programmeur : Présence d'un appoint solaire : ?

Système de climatisation :

RETOUR SUITE

Description des équipements (chauffage, eau chaude sanitaire, ventilation)

SYSTEME D'EAU CHAUDE SANITAIRE (ECS)

Energie utilisée :

Systèmes d'ECS :

Configuration :

Présence d'un appoint solaire :

RETOUR SUITE

La maison dispose d'une ventilation naturelle avec cheminée.
Dans la rubrique *paramètres énergétiques* on cochera *Non* pour tout.

2.4. PERFORMANCES ÉNERGÉTIQUES DE LA MAISON EN FONCTION DE L'ÉNERGIE UTILISÉE

2.4.1. DÉFINITIONS DES ÉTIQUETTES DU DIAGNOSTIC DE PERFORMANCE ÉNERGÉTIQUE (DPE)

2.4.1.1. Étiquette énergie

La consommation conventionnelle d'énergie primaire (Cep) concerne le chauffage, la production d'eau chaude, la ventilation et le rafraîchissement. Elle s'exprime en kWhep/m²/an. Cette unité de mesure signifie « kilowatt heure d'énergie primaire par mètre carré et par an ».

L'énergie primaire est l'énergie extraite de produits bruts : pétrole, gaz, bois.

L'électricité est une énergie secondaire. Le facteur de conversion d'un kWh électrique en kWhep est de 2,58 compte tenu du rendement moyen de production d'électricité en France (38%).

2.4.1.2. Étiquette climat

L'évaluation des émissions de CO₂ (gaz à effet de serre) se fait à partir d'un calcul qui consiste à multiplier l'énergie primaire consommée par un coefficient de transformation.

2.4.2. ÉNERGIE ÉLECTRIQUE

- ✍ Pour la source d'énergie électrique, relever et reporter dans le tableau ci-dessous :
 - la valeur de la consommation énergétique (Cep) de la maison et la classe (A –G) ;
 - la valeur des émissions de CO₂ (gaz à effet de serre) de la maison et la classe (A –G) ;
 - les dépenses énergétiques annuelles.

2.4.3. ÉNERGIE CHIMIQUE : FIOUL DOMESTIQUE

Le système de chauffage et d'ECS est réalisé par une chaudière au fioul installée avant 1988.

🔧 Reprendre la simulation en modifiant la source d'énergie et reporter les résultats dans le tableau.

2.4.4. ÉNERGIE CHIMIQUE : GAZ NATUREL

Le système de chauffage et d'ECS est réalisé par une chaudière individuelle gaz installée avant 1988.

🔧 Modifier la source d'énergie. Dans la rubrique *paramètres énergétiques* on précisera que la maison est dotée d'un compteur à gaz individuel.

🔧 Reprendre la simulation et reporter les résultats dans le tableau.

| Énergie utilisée | Système de chauffage / ECS | Cep (kWh _{ep} / m ² .an) | Émission de CO ₂ (kg.CO ₂ / m ² .an) | Dépenses énergétiques (€/ an) |
|------------------|---|--|---|-------------------------------|
| Électricité | Convecteurs électriques NFC / Chauffe-eau entre 5 et 15 ans | | | |
| Fioul | Chaudière individuelle installée avant 1988 | | | |
| Gaz naturel | Chaudière individuelle gaz installée avant 1988 | | | |

2.4.5. COMPARAISON DES PERFORMANCES ÉNERGÉTIQUES DE LA MAISON EN FONCTION DE L'ÉNERGIE UTILISÉE

La consommation finale (par exemple en chauffage) est évaluée, à partir des besoins (déperditions plus pertes), en retranchant les apports internes et solaires. Elle est indépendante de la source d'énergie utilisée.

✍ Dans le tableau suivant, classer les sources d'énergie en fonction de la consommation énergétique conventionnelle, de la plus faible (1) à la plus élevée (3).

✍ Dans le tableau suivant, classer les sources d'énergie en fonction des émissions de CO₂, de la plus faible (1) à la plus élevée (3) :

✍ Dans le tableau suivant, classer les sources d'énergie en fonction des dépenses énergétiques annuelles, de la moins coûteuse (1) à la plus coûteuse (3) :

| Énergie utilisée | Cep | Émission de CO ₂ | Dépenses énergétiques |
|------------------|-----|-----------------------------|-----------------------|
| Électricité | | | |
| Fioul | | | |
| Gaz naturel | | | |

✍ Quel système de chauffage présente la meilleure performance énergétique ?

✍ Quelle source d'énergie provoque les plus faibles émissions de GES (justifier) ?

✍ Quelle source d'énergie est la moins coûteuse ?

✍ Quelle contrainte son utilisation impose-t-elle ?

3. AMÉLIORATION DES PERFORMANCES ÉNERGÉTIQUES DE LA MAISON

La Réglementation Thermique “Grenelle Environnement 2012”, dite RT2012, est un outil réglementaire concernant les bâtiments résidentiels et tertiaires neufs. Elle vise à en améliorer la consommation d'énergie en fixant une limite maximale. La loi insiste particulièrement sur :

- une consommation d'énergie primaire réduite à 50 kWh/m²/an ;
- une réduction des émissions de CO₂.

L'objectif de cette étude est d'améliorer les performances énergétiques de la maison pour un coût abordable et, si possible, de réduire la consommation d'énergie primaire à 50 kWh/m²/an. Pour y parvenir, il faudra :

- identifier les paramètres qui influent sur les performances énergétiques de la maison ;
- rechercher et choisir des solutions technologiques qui permettent de réduire la consommation énergétique ;
- évaluer le coût des travaux de rénovation et calculer la période de récupération de l'investissement.

3.1. AMÉLIORATION DES ÉQUIPEMENTS : CHAUFFAGE

Le système de chauffage et d'eau chaude sanitaire est réalisé par une chaudière individuelle gaz installée avant 1988. Son remplacement permettra-t-il d'améliorer les performances énergétiques ?

On propose de comparer trois solutions :

- remplacement par une chaudière basse température instantanée ou à micro-accumulation ;
- remplacement par une chaudière à condensation instantanée ou à micro-accumulation ;
- remplacement par une pompe à chaleur air/eau avec système de chauffage intégré au plancher.

3.1.1. CHAUDIÈRE BASSE TEMPÉRATURE

☞ Cliquer sur *Améliorer les équipements*, puis sur l'élément chauffage. Effectuer le remplacement par une chaudière basse température instantanée ou à micro-accumulation.

☞ Choisir une solution parmi celles proposées.

☞ Pour cette nouvelle chaudière, relever et reporter dans le tableau ci-contre :

- Les gains estimés en consommation énergétique conventionnelle ;
- Les gains estimés en émissions de CO₂ ;
- les économies annuelles ;
- le coût (maximal) des travaux.

3.1.2. CHAUDIÈRE À CONDENSATION

☞ Cliquer sur *Améliorer les équipements*, puis sur l'élément chauffage. Annuler les travaux précédents.

☞ Effectuer le remplacement de la chaudière seule par une chaudière à condensation instantanée ou à micro-accumulation. Choisir une solution parmi celles proposées.

☞ Reprendre la simulation et reporter les résultats dans le tableau.

3.1.3. POMPE À CHALEUR AIR/EAU

☞ Cliquer sur *Améliorer les équipements*, puis sur l'élément chauffage. Annuler les travaux précédents.

☞ Sélectionner la source *Énergies renouvelables*. Remplacer la chaudière par une pompe à chaleur avec système de chauffage intégré au plancher. Choisir une solution parmi celles proposées.

☞ Reprendre la simulation et reporter les résultats dans le tableau.

| Nouveau système de chauffage / ECS | Gains en consommation énergétique | Gains en émission de CO ₂ | Économies annuelles | Coût des travaux |
|---|-----------------------------------|--------------------------------------|---------------------|------------------|
| chaudière basse température instantanée ou à micro-accumulation | | | | |
| chaudière à condensation instantanée ou à micro-accumulation | | | | |
| pompe à chaleur air/eau avec système de chauffage intégré au plancher | | | | |

3.1.4. COMPARAISON DES PERFORMANCES ÉNERGÉTIQUES EN FONCTION DE LA CHAUDIÈRE UTILISÉE

☞ Dans le tableau suivant, classer les systèmes de chauffage en fonction du gain en consommation énergétique obtenu du plus élevé (1) au plus faible (3).

☞ Calculer la période de récupération de l'investissement, par rapport au prix moyen des travaux, pour chacune des trois solutions. Reporter les résultats obtenus dans le tableau.

| Nouveau système de chauffage / ECS | Gains en consommation énergétique | Période de récupération de l'investissement |
|---|-----------------------------------|---|
| chaudière basse température instantanée | | |
| chaudière à condensation instantanée | | |
| pompe à chaleur air/eau chauffage intégré au plancher | | |

☞ Quelle solution de remplacement de la chaudière vous semble la plus adaptée ?

3.2. AMÉLIORATION DES ÉQUIPEMENTS : VENTILATION

L'installation d'un système de ventilation mécanique contrôlée (VMC) permet d'évacuer de nombreux polluants, de contrôler l'excès d'humidité et de limiter les déperditions énergétiques.

☞ Annuler les travaux précédents. Cliquer sur *Améliorer les équipements*, puis sur l'élément ventilation. Sélectionner le niveau de performance *classic*. Choisir la VMC simple flux autoréglable.

- ✍ Relever et reporter dans le tableau ci-dessous :
- Les gains estimés en consommation énergétique conventionnelle ;
 - Les gains estimés en émissions de CO₂ ;
 - les économies annuelles ;
 - le coût (maximal) des travaux.

| Solution choisie | Gains en consommation énergétique | Économies annuelles | Coût des travaux |
|------------------|-----------------------------------|---------------------|------------------|
| | | | |

✍ Calculer la période de récupération de l'investissement pour cette solution :

3.3. AMÉLIORATION DE L'ISOLATION : TOITURE

Les combles de la maison sont perdus et non chauffés (sans usage). Cependant, ils sont accessibles. Le plancher des combles est le plafond du niveau chauffé (plafond léger sous solives).

☞ Annuler les travaux précédents. Cliquer sur *Améliorer l'isolation*, puis sur l'élément toiture. Avec le niveau de performance *Ultra*, choisir un isolant déroulé.

- ✍ Relever et reporter dans le tableau :
- La solution choisie ;
 - Les gains estimés en consommation énergétique conventionnelle ;
 - les économies annuelles ;
 - le coût (maximal) des travaux.

| Solution choisie | Gains en consommation énergétique | Économies annuelles | Coût des travaux |
|------------------|-----------------------------------|---------------------|------------------|
| | | | |

✍ Calculer la période de récupération de l'investissement pour cette solution :

3.4. AMÉLIORATION DE L'ISOLATION : MURS

On va réaliser l'isolation des murs par l'intérieur. Les murs sont irréguliers ou dégradés.

☞ Annuler les travaux précédents. Cliquer sur *Améliorer l'isolation*, puis sur l'élément murs. Avec le niveau de performance *Ultra*, choisir une solution d'isolation des murs.

- ✍ Relever et reporter dans le tableau :
- La solution choisie ;
 - Les gains estimés en consommation énergétique conventionnelle ;
 - les économies annuelles ;
 - le coût (maximal) des travaux.

| Solution choisie | Gains en consommation énergétique | Économies annuelles | Coût des travaux |
|------------------|-----------------------------------|---------------------|------------------|
| | | | |

✍ Calculer la période de récupération de l'investissement pour cette solution :

3.5. AMÉLIORATION DE L'ISOLATION : FENÊTRES

On va réaliser à la rénovation des fenêtres. Les cinq fenêtres et la porte fenêtre existantes sont en bois et dotées d'un simple vitrage. Les volets ne seront pas remplacés. Les travaux de rénovation se feront en conservant l'ancien bâti.

☞ Annuler les travaux précédents. Cliquer sur *Améliorer l'isolation*, puis sur l'élément fenêtres. Avec le niveau de performance *Classic*, choisir une solution de remplacement des fenêtres.

- ✍ Relever et reporter dans le tableau :
- La solution choisie ;
 - Les gains estimés en consommation énergétique conventionnelle ;
 - les économies annuelles ;
 - le coût (maximal) des travaux.

| Solution choisie | Gains en consommation énergétique | Économies annuelles | Coût des travaux |
|------------------|-----------------------------------|---------------------|------------------|
| | | | |

✍ Calculer la période de récupération de l'investissement pour cette solution :

3.6. AMÉLIORATION DE L'ISOLATION : PLANCHER

☞ Annuler les travaux précédents. Cliquer sur *Améliorer l'isolation*, puis sur l'élément plancher. Avec le niveau de performance *Ultra*, choisir une solution d'isolation du plancher bas.

- ✍ Relever et reporter dans le tableau :
- La solution choisie ;
 - Les gains estimés en consommation énergétique conventionnelle ;
 - les économies annuelles ;
 - le coût (maximal) des travaux.

| Solution choisie | Gains en consommation énergétique | Économies annuelles | Coût des travaux |
|------------------|-----------------------------------|---------------------|------------------|
| | | | |

✍ Calculer la période de récupération de l'investissement pour cette solution :

3.7. COMPARAISON DES SOLUTIONS D'AMÉLIORATION DES PERFORMANCES ÉNERGÉTIQUES

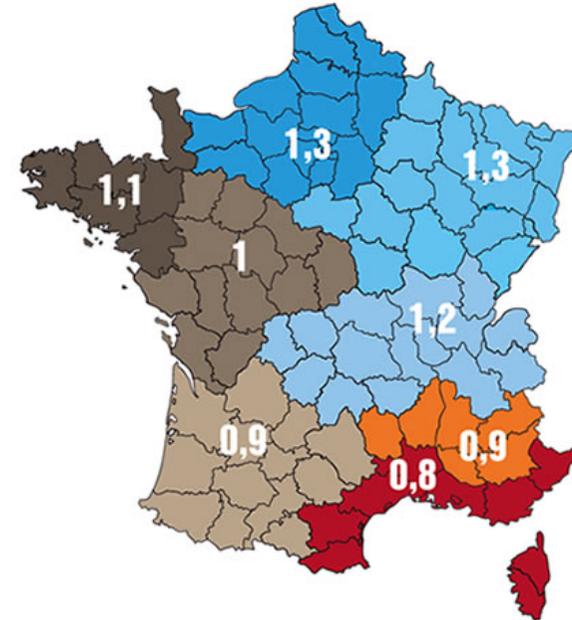
✍ Classer, dans le tableau, les solutions d'amélioration des performances énergétiques (rénovations) en fonction des gains en consommation. Indiquer : la partie de la maison ou l'équipement rénové Reporter les gains estimés en consommation énergétique conventionnelle et la période de récupération de l'investissement.

| Rénovations | Solution choisie | Gains en consommation énergétique |
|-------------|------------------|-----------------------------------|
| | | |
| | | |
| | | |
| | | |
| | | |

☞ Dans le logiciel en ligne *promodul*, simuler la réalisation de tous les travaux recensés dans le tableau ci-dessus.

4. PERFORMANCES ÉNERGÉTIQUES DE LA MAISON APRÈS TRAVAUX

La RT2012 fixe la consommation d'énergie maximale à 50 kWh/m²/an pour les logements basse consommations neufs. Cependant des coefficients régionaux de rigueur climatique sont appliqués pour tenir compte de la localisation. Une maison basse consommation en Bretagne devra consommer 55 kWh/m².an (50 × 1,1) et seulement 40 (50 × 0,8) sur la Côte-d'Azur.



- ✍ Relever et reporter dans le tableau ci-dessous :
- la valeur de la consommation énergétique conventionnelle de la maison et la classe (A –G) ;
 - le coût total (maximal) des travaux ;
 - la valeur calculée de la consommation d'énergie maximale fixée par la RT2012.

| | Cep (kWh _{ep} / m ² .an) | Classe énergétique | Coût total des travaux |
|----------------|--|--------------------|------------------------|
| Maison rénovée | | | |
| RT2012 | | | |

✍ La rénovation permet-elle d'atteindre la consommation d'énergie maximale fixée par la RT2012 ?