

# Étude d'une installation photovoltaïque (4<sup>e</sup>, 3<sup>e</sup>)

Virginie Forichon  
Collège E. Delacroix, 77 Roissy En Brie.

## **Niveau concerné**

Troisième avec une possible adaptation pour un niveau quatrième.

## **Modalités**

Une première séance d'une heure en travail individuel suivie d'une séance d'une heure en travail de groupe.

D'autres modalités de l'activité ont été testées.

## **Pré-requis**

- Savoir appliquer un pourcentage.
- Connaître les propriétés du triangle isocèle ainsi que les formules de trigonométrie.
- Facultatif : avoir effectué le devoir maison fortement inspiré de l'épreuve du DNB série technologique et professionnelle (session 2011).

## **Objectifs**

- Analyser une situation de la vie courante en posant les données et s'engager dans un raisonnement en vue de sa résolution.
- Privilégier la démarche d'investigation : raisonner, argumenter, analyser les données fournies par des documents divers et variés (diagramme, carte, tableau...). Savoir passer d'un mode d'expression à un autre.
- Mettre en œuvre des notions de mathématiques et de physique dans une situation de la vie courante. Utiliser les différentes unités de mesure présentées ainsi qu'effectuer des conversions d'unités.
- Savoir rédiger une synthèse à l'écrit en utilisant un langage mathématique adapté pour présenter un résultat, une solution, une explication en faisant des phrases où les idées sont compréhensibles. Relier ses idées de façon logique et cohérente.
- Pratiquer la différenciation pour permettre à chaque élève de progresser à son rythme avec le même objectif pour toute la classe.

Durée : 2h **ÉTUDE D'UNE INSTALLATION PHOTOVOLTAÏQUE** CLASSE DE 3<sup>ème</sup>**Fiche professeur****SITUATION**

À l'achat de son pavillon en région Provence-Alpes-Côte d'Azur, M. Y a souscrit un contrat de 9 kVA (kilo-volt-ampères) auprès de la société EDF. Au bout de quelques années, il a investi dans une installation photovoltaïque afin de réduire ses factures d'électricité. Son foyer consomme environ 3500 kWh par an.

M.Y a fait l'étude de son installation à partir des documents annexes ci-dessous. Il en a déduit qu'il était plus avantageux pour lui d'acheter son électricité au tarif réglementé pour l'intégralité de sa consommation et de revendre la totalité de sa propre production d'électricité à EDF.

Quel est le bénéfice annuel réalisé par M.Y en adoptant cette stratégie ?

**GRILLE : ÉVALUATION DU SOCLE COMMUN**

Compétence	Domaine	Capacités
1. Maîtrise de la langue	Lire	Lire un texte, une figure, un tableau mathématique en y mettant le ton et en traduisant les symboles du texte, les codages d'une figure, les notations géométriques... Comprendre la consigne. (1)
	Ecrire	S'exprimer à l'écrit en utilisant un langage mathématique adapté pour présenter un résultat, une solution, une explication en faisant des phrases où les idées sont compréhensibles. Relier ses idées de façon logique et cohérente. (2)
3. Mathématiques, culture scientifique et technologique	Pratiquer une démarche scientifique, résoudre des problèmes	Rechercher dans les données les informations utiles à la résolution d'un problème qu'elles soient présentées sous forme de texte, de dessin, tableau... Savoir les reformuler, les organiser ou les coder. (3)
		Formaliser mathématiquement un problème, émettre des conjectures, proposer des pistes de recherche (essais successifs, tests, schémas, dessins, déductions, etc...). (4)
		Justifier sa démarche, ses raisonnements, à l'aide de relations, de formules, de propriétés, de règles ou de méthodes mises à disposition ou déjà connues. (5)
	Savoir utiliser des connaissances et des compétences mathématiques	<b>Organisation, gestion de données :</b> Savoir travailler avec les pourcentages et les utiliser. (6)
		<b>Nombres et calculs :</b> Savoir calculer à la main une opération ou un enchaînement d'opérations (calcul mental, posé et réfléchi). Savoir utiliser une formule donnée pour calculer des grandeurs. (7)
	<b>Géométrie :</b> Mobiliser et utiliser les formules trigonométriques. (8)	
	<b>Grandeurs, mesures :</b> Effectuer des conversions d'unités. (9)	

<p><b>6.</b> <b>Vie sociale</b></p>	<p><b>Avoir un comportement responsable</b></p>	<p>Respecter les règles de vie collective : savoir prendre la parole en classe, participer aux échanges en argumentant tout en respectant la parole des autres. (10)</p>
<p><b>7.</b> <b>Autonomie</b></p>	<p><b>Être capable de mobiliser ses ressources</b></p>	<p>Savoir organiser son travail en classe. Faire preuve d'autonomie. Savoir demander de l'aide en étant précis et au bon moment. (11)</p>

**Aides élève**

Aide à la démarche : deux niveaux d'aide peuvent être apportés à l'élève suivant ses besoins.  
 Aide à la compréhension des documents : trois documents peuvent être proposés aux élèves suivant leurs besoins.

**Durée : 2h ÉTUDE D'UNE INSTALLATION PHOTOVOLTAÏQUE CLASSE DE 3<sup>ème</sup>**  
**Fiche élève**

Nom :

Prénom :

Classe :

## Étude d'une installation photovoltaïque

### Revendre son électricité, combien cela peut-il rapporter ?

Compé- tence	Domaine	Capacités	Travail individuel			Travail en groupe		
			NA 	EA 	A 	NA 	EA 	A 
<b>1.</b> Maîtrise de la langue	Lire	Lire un texte, une figure, un tableau mathématique en y mettant le ton et en traduisant les symboles du texte, les codages d'une figure, les notations géométriques... Comprendre la consigne.						
	Ecrire	S'exprimer à l'écrit en utilisant un langage mathématique adapté pour présenter un résultat, une solution, une explication en faisant des phrases où les idées sont compréhensibles. Relier ses idées de façon logique et cohérente.						
<b>3.</b> Mathématiques, culture scientifique et technologique	<b>Pratiquer une démarche scientifique, résoudre des problèmes</b>	Rechercher dans les données les informations utiles à la résolution d'un problème qu'elles soient présentées sous forme de texte, de dessin, tableau... Savoir les reformuler, les organiser ou les coder.						
		Formaliser mathématiquement un problème, émettre des conjectures, proposer des pistes de recherche (essais successifs, tests, schémas, dessins, déductions, etc...).						
		Justifier sa démarche, ses raisonnements, à l'aide de relations, de formules, de propriétés, de règles ou de méthodes mises à disposition ou déjà connues.						
	<b>Savoir utiliser des connaissances et des compétences mathématiques</b>	<b>Organisation, gestion de données :</b> Savoir travailler avec les pourcentages et les utiliser.						
		<b>Nombres et calculs :</b> ✓ Savoir calculer à la main une opération ou un enchaînement d'opérations (calcul mental, posé et réfléchi). ✓ Savoir utiliser une formule donnée pour calculer des grandeurs.						
<b>Géométrie :</b> Mobiliser et utiliser les formules trigonométriques.								
<b>Grandeurs, mesures :</b> Effectuer des conversions d'unités.								
<b>6.</b> Vie sociale	<b>Avoir un comportement responsable</b>	Respecter les règles de vie collective : savoir prendre la parole en classe, participer aux échanges en argumentant tout en respectant la parole des autres.						
<b>7.</b> Autonomie	<b>Être capable de mobiliser ses ressources</b>	Savoir organiser son travail en classe. Faire preuve d'autonomie. Savoir demander de l'aide en étant précis et au bon moment.						

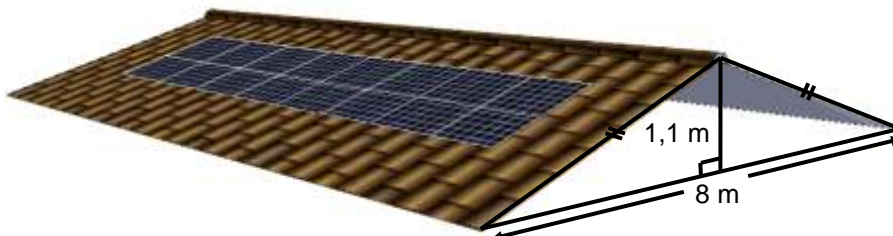
## Revendre son électricité, combien cela peut-il rapporter ?

À l'achat de son pavillon en région Provence-Alpes-Côte d'Azur, M. Y a souscrit un contrat de 9 kVA (kilo-Volt-Ampères) auprès de la société EDF. Au bout de quelques années, il a investi dans une installation photovoltaïque afin de réduire ses factures d'électricité. Son foyer consomme dans les 3500 kWh par an.

M.Y a fait l'étude de son installation à partir des documents annexes ci-dessous. Il en a déduit qu'il était plus avantageux pour lui d'acheter son électricité au tarif réglementé pour l'intégralité de sa consommation et de revendre la totalité de sa propre production d'électricité à EDF.

*Quel est le bénéfice annuel réalisé par M.Y en adoptant cette stratégie ?*

### Annexe 1 : Caractéristiques techniques de l'installation



Département : (84) Vaucluse  
Panneaux : Schott - ASE-160-GT-FT  
Nombre de panneaux : 16  
Orientation : -5°/Sud

Caractéristiques techniques (pour 1 panneau) :  
 Tension de crête maximale (en Volts) : 58 V  
 Courant de crête maximale (en Ampères) : 3,02 A

### Annexe 2 : Calcul de la puissance maximale (en Wc)

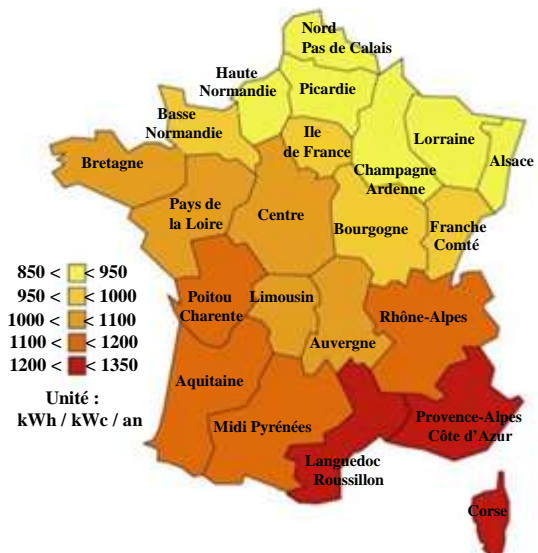
Le **Watt-crête** (Wc) est l'unité de mesure représentant la puissance maximale pouvant être fournie par une installation photovoltaïque dans les conditions standards. On rappelle que la puissance s'obtient en effectuant le produit de la tension par l'intensité :  $P$  (en Watts) =  $U$  (en Volts)  $\times$   $I$  (en Ampères).

Remarque : 1kW = 1 000 W.

### Annexe 3 : Calcul de l'énergie théoriquement produite en un an (en kWh / an)

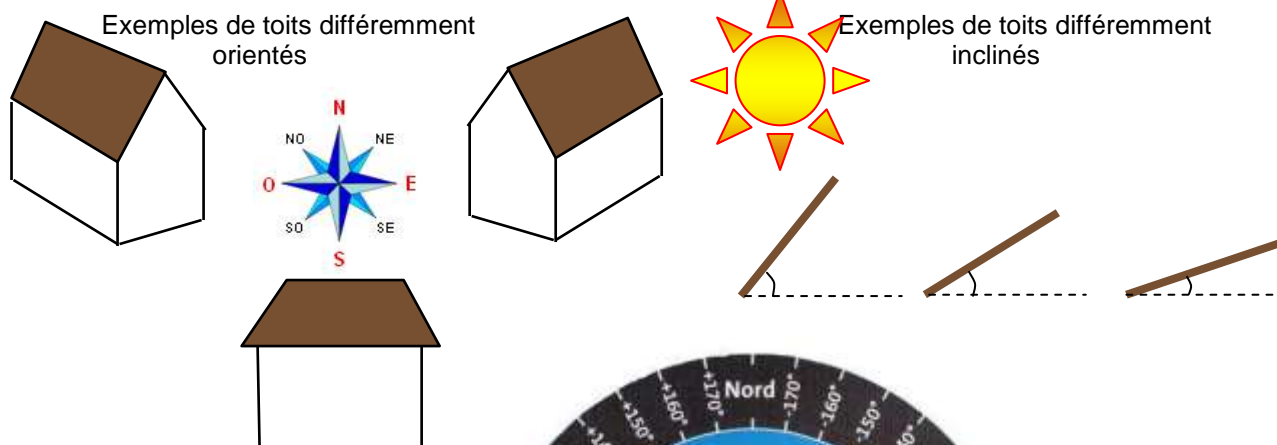
Le rayonnement solaire n'est pas le même sur l'ensemble du territoire français. C'est donc un paramètre à prendre en compte pour calculer l'énergie théoriquement produite en un an par une installation (en kiloWattheures par an : kWh/an). Cette production s'obtient donc en multipliant la puissance maximale produite (en kiloWatt crêtes : kWc) par le gisement solaire moyen (en kWh / kWc / an).

La carte de France ci-contre donne le gisement annuel moyen par région.



### Annexe 4 : Calcul de l'énergie réellement produite en un an (en kWh / an)

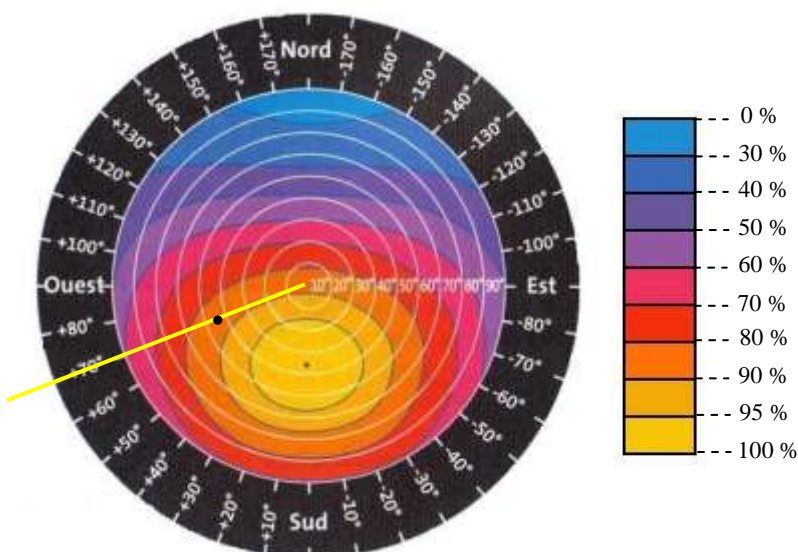
Malheureusement, le toit est rarement positionné de manière optimale. L'énergie théoriquement produite est donc peu souvent atteinte. L'inclinaison et l'orientation du toit sont donc des paramètres à prendre en compte pour le calcul de l'énergie réellement produite.



**Exemple :**

Inclinaison des panneaux : 45°  
 Orientation des panneaux : 70° Sud-Ouest  
 Coefficient de production :   
 environ 85 %

Pour une installation étant censée produire (en théorie) 4 000 kWh par an, l'orientation et l'inclinaison des panneaux ne permettront donc que de produire 85 % de cette énergie c'est-à-dire 3400 kWh par an.



Copyright © 2009. ABCphotovoltaïque.com

### Annexe 5 : Les différents tarifs du kWh pour l'achat ou la vente d'électricité

**Électricité vendue par EDF et achetée par les consommateurs.**

Depuis le 1er juillet 2007, les consommateurs particuliers ont désormais le choix pour régler leur consommation d'énergie :

- Soit d'opter pour une offre au tarif libre dont le prix est librement fixé par les fournisseurs (donc susceptible de varier au gré du marché).
- Soit de bénéficier de l'offre au tarif réglementé dont le prix est fixé par les ministres en charge de l'économie et de l'énergie, et proposé uniquement par EDF. Ces tarifs sont différents suivant la puissance souscrite.

**Électricité vendue par les consommateurs qui ont des panneaux photovoltaïques et achetée par EDF.**

En ce qui concerne les tarifs de rachat d'énergie, le prix du kiloWattheure a été fixé à 40,63 centimes d'euros au 10 octobre 2011 pour une installation résidentielle intégrée au bâti d'une puissance comparable à celle de M. Y.

Puissance souscrite (kVA)	Prix du kWh TTC (€)
3	0,1181
6	0,1188
9	0,1211
12	0,1211
15	0,1211

Tarifs métropole au 01/01/2012

**Aide à la compréhension**

Bénéfice : argent gagné / profit / gain.

*Exemple :* Paul a acheté une voiture 11 000 € et il a réussi à la revendre peu de temps après au prix de 11 500 €. Il a donc réalisé un bénéfice de 500 €.

Dans notre situation, M.Y produit sa propre électricité qu’il revend à EDF ce qui lui permet de gagner de l’argent. Néanmoins, il doit quand même payer ses factures pour sa propre consommation ce qui lui coûte de l’argent.

*Que doit-on calculer pour pouvoir trouver le bénéfice réalisé par M.Y ?*

**Aide à la compréhension**

Le Watt-crête est l’unité de puissance de production d’un panneau photovoltaïque. Cela correspond à la puissance maximale en Watt (W) qu’il peut délivrer à un instant donné sous un ensoleillement standard (à midi avec un rayonnement perpendiculaire au panneau). Comme l’ensoleillement n’est pas le même tout au long d’une journée et qu’il dépend de la région où se situe l’installation, il faut donc en étudier les propriétés pour pouvoir déterminer l’énergie qui sera produite en théorie par un panneau (en kWh/an). Cette étude a permis de réaliser le document de l’annexe 3.

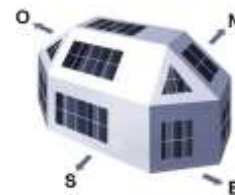
*Exemple :* D’après l’annexe 3, un panneau d’une puissance de 0,140 kWc permettrait de produire 126 kWh / an s’il était installé dans le Nord Pas de Calais alors qu’il permettrait de produire 136,5 kWh / an en Auvergne.

*Quelles sont les données à connaître pour pouvoir déterminer la production théorique (en kWh/an) de l’installation de M.Y ?*

**Aide à la compréhension**

Comme précisé dans l’annexe 4, les panneaux sont rarement positionnés de manière à produire la totalité de l’énergie calculée avec l’annexe 3.

Un panneau orienté plein sud captera davantage les rayons du soleil qu’un panneau orienté plein nord ! Il produira donc davantage d’énergie. L’orientation des panneaux est donc un paramètre à prendre en compte.



De même l’inclinaison du panneau par rapport à l’horizontale joue un rôle important. Selon cette inclinaison, les panneaux capteront plus ou moins bien les rayons du soleil et produiront donc plus ou moins d’énergie.

Une fois ces deux données connues, on peut connaître le coefficient de production, c’est-à-dire le pourcentage d’énergie réellement produite par l’installation. Le diagramme présenté en annexe 4 peut-être simplifié et résumé dans le tableau ci-dessous.

		Inclinaison par rapport à l’horizontale (°)						
		0	15	25	35	50	70	90
Orientation	Est	88 %	87 %	85 %	83 %	77 %	65 %	50 %
	Sud est	88 %	93 %	95 %	95 %	92 %	81 %	64 %
	Sud	88 %	96 %	99 %	<b>max 100%</b>	98 %	87 %	68 %
	Sud-ouest	88 %	93 %	95 %	95 %	92 %	81 %	64 %
	Ouest	88 %	87 %	85 %	82 %	76 %	65 %	50 %

Ainsi une installation produisant 4 000 kWh par an orientée plein sud avec des panneaux inclinés de 35° par rapport à l’horizontale produira 4 000 kWh par an. Alors que si cette même installation était orientée Sud-ouest, elle ne produirait que 95 % des 4 000 kWh par an théorique soit 3800 kWh par an

### Aide à la démarche

L'énergie (en kWh) fournie par une installation de panneaux solaires dépend de plusieurs facteurs :

☼ la **puissance maximale théorique d'un panneau** en *kilowatt/crête* (kWc).

→ Utilisation de l'annexe 2 et du tableau donné dans l'annexe 1 pour calculer la puissance maximale fournie par un seul panneau.

☼ la **surface exploitée** qui dépend du nombre de panneaux.

→ Utilisation de l'annexe 1 pour trouver le nombre de panneaux.

Il est ensuite nécessaire de calculer la puissance maximale théorique (en kWc) fournie par la totalité des panneaux.

☼ la **qualité de l'ensoleillement** qui dépend de la **situation géographique** de l'installation.

→ Utilisation de l'annexe 3 pour déterminer l'énergie (en kWh) fournie par l'ensemble de l'installation en 1 an.

☼ l'**orientation des panneaux** (Nord, Sud ...)

→ Utilisation de l'annexe 1 pour déterminer cette orientation.

☼ l'**inclinaison des panneaux** (angle par rapport à l'horizontal) en degrés (°).

→ Utilisation du schéma de la toiture donné par l'annexe 1 pour calculer en degré l'inclinaison de la toiture.

*Une fois l'orientation et l'inclinaison connues, l'annexe 4 permet de déterminer le coefficient de production correspondant à l'installation et ainsi de trouver la réelle production énergétique de l'installation.*

### Aide : démarche détaillée

#### 1. LA PUISSANCE MAXIMALE THEORIQUE D'UN PANNEAU

En utilisant le formule de physique : Puissance (W) = Tension (V) × Intensité (A) et les données du tableau de l'annexe 1, calculer la puissance maximale théorique (dite de crête) fournie par un panneau.

#### 2. LA PRISE EN COMPTE DE LA SURFACE EXPLOITEE

a) Quel est le nombre de panneaux constituant l'installation ?

b) En utilisant la question 1, en déduire l'énergie maximale théorique produite par l'installation complète.

#### 3. LA PRISE EN COMPTE DE LA SITUATION GEOGRAPHIQUE

a) Le Vaucluse fait partie de la région Provence Alpes Côte d'Azur.

Déterminer, en utilisant l'annexe 3, l'énergie produite par an pour un kilowatt/crête (kWc) installé.

b) En utilisant la question 2, en déduire l'énergie théorique (en kWh) fournie par l'installation en un an.

#### 4. LA PRISE EN COMPTE DE L'INCLINAISON ET DE L'ORIENTATION DES PANNEAUX

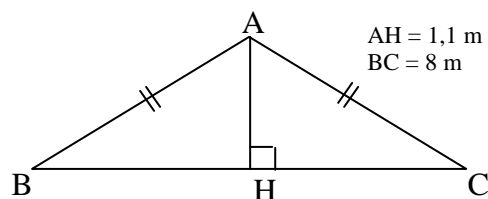
a) Quelle est la nature du triangle ABC ?

b) En déduire la longueur BH.

c) Calculer la mesure de l'angle ABH.

d) En déduire l'inclinaison du toit : préciser son orientation.

e) En utilisant l'annexe 4, déterminer le coefficient de production.





f) En déduire, l'énergie fournie par l'installation en un an.

5. a) En utilisant l'annexe 5, calculer le montant gagné par M. Y en revendant l'intégralité de sa production électrique à EDF ?

b) Calculer le montant payé à EDF pour une consommation de 3 500 kWh.

c) Conclure.

## COMPTE – RENDU

Environ cinq semaines auparavant, les élèves ont effectué un devoir maison sur le thème de l'énergie électrique. Un corrigé écrit avait été distribué, accompagné d'un compte rendu oral effectué en classe. La principale erreur soulignée concernait l'absence de prise en compte des unités et/ou la mauvaise manipulation de celles-ci.

Le support papier de l'activité a été imprimé en format A3 :

→ page 1 : titre et grille de compétences ;

→ pages 2 et 3 : énoncé de l'activité accompagné de l'ensemble des documents annexes (le diagramme et la carte ont été imprimés à part en couleur et collés par le professeur aux endroits leur étant destinés) ;

→ page 4 : page blanche consacrée à la trace écrite de la recherche et/ou la solution au problème posé.

**Déroulement de l'activité :**

### 1<sup>ère</sup> séance : 1 heure

Le cadre de l'activité est posé : le travail se déroulera en deux temps. Le détail de la seconde séance n'est pas donné. Les élèves ont donc pour seule consigne de répondre au problème posé en une heure. Dans le cas où ils ne trouveraient pas la solution, la simple trace écrite résumant leur recherche est attendue. Il est également précisé que des aides peuvent être apportées, sur demande (l'apport des différents « coups de pouce » étant pris en compte lors de l'évaluation du travail). À la première lecture des documents, la plupart des élèves semblent perdus par la densité de la documentation et éprouvent des difficultés à trouver un fil conducteur à leur raisonnement. Au bout d'une demi-heure de temps de travail, l'appel d'offre concernant les aides est relancé (une seule élève en ayant fait la demande jusqu'alors). Sept élèves en sollicitent. Les aides sont données en fonction des difficultés rencontrées ainsi que du niveau d'avancement individuel de chaque élève.

Pour le dernier quart d'heure de la séance, les élèves sont invités à passer à l'écrit afin de résumer leur démarche et/ou de proposer une solution. Sur 24 élèves présents, seules 3 copies sont restées blanches.

Les copies rendues sont ensuite analysées (mais non annotées) et réparties pour former des groupes homogènes. Quatre groupes composés de six élèves chacun sont ainsi constitués :

– le premier composé d'élèves dont la solution est quasiment trouvée ;

– le deuxième est composé d'élèves n'ayant pas sollicité d'aides et dont la démarche n'est pas aboutie mais en construction ;

– le troisième groupe est composé d'élèves ayant sensiblement le même niveau d'avancement que leurs camarades du groupe 2 mais en ayant sollicité des aides ;

– la composition du groupe 4 est faite d'élèves ayant, soit ayant renoncé face à l'ampleur du travail demandé, soit n'étant pas parvenu à démarrer malgré les aides proposées.

### 2<sup>e</sup> séance : une heure

La salle a été préalablement séparée en quatre zones de travail distinctes et les copies mises à la disposition de chaque groupe. Une fois les élèves installés, le déroulement de la

seconde séance est alors proposé. La consigne est la suivante : à la fin de l'heure, chaque groupe doit produire une unique affiche format A3 faisant état de la solution au problème posé. Des aides sont toujours disponibles sur demande en fonction des besoins. Rassurés d'avoir un temps supplémentaire de réflexion et de se retrouver en groupe pour travailler, les élèves s'impliquent vraiment dans le travail à l'exception du groupe 4. Ces élèves, s'étant auto-étiquetés comme étant le groupe « des nuls », se figurent que, de toutes façons, ils n'y parviendront pas. La totalité des aides avec quelques explications orales sont alors proposées. Après 20 min de réflexion et n'ayant toujours pas démarré, la démarche de résolution entièrement détaillée leur est distribuée. Le raisonnement étant cadré, trois élèves du groupe se lancent très sérieusement dans la résolution pas à pas, en sollicitant régulièrement l'aide du professeur pour se rassurer sur la compréhension du contenu des différentes étapes. Le groupe 1, quant à lui, a fonctionné en autonomie totale. Le groupe 2 a souhaité quelques précisions orales mais ne souhaitait pas d'aide plus approfondie. Les élèves du groupe 3 ont mis en commun les différentes aides obtenues lors de la première séance et ont sollicité quelques précisions pour pouvoir avancer.

A la fin de l'heure, tous les groupes ont rendu une affiche.

### **Conclusion**

Cette activité a suscité de l'intérêt chez la plupart des élèves. Même si, au départ, ils semblaient submergés par l'abondance des documents, il en résulte qu'après les deux phases successives de travail, la majorité d'entre eux ont abouti à une stratégie juste et cohérente. Les groupes 1 et 2 ont proposé une solution juste et une démarche cohérente. Le groupe 3 a présenté une démarche juste et cohérente mais une erreur d'interprétation du coefficient de production a faussé le résultat final. Quant aux élèves du groupe 4, et ce malgré la réticence du départ, ils sont parvenus jusqu'à l'étape 4.e. de la résolution détaillée avec des raisonnements justes et quelques erreurs de calculs.

Comme précisé dans le compte rendu du déroulement de l'activité, la principale difficulté des élèves a été de structurer leur raisonnement afin de lier l'ensemble des documents.

Les nombreuses unités utilisées ont posé problème. Les élèves se sont parfois heurtés à leur compréhension comme par exemple pour kWh/kWc/an. La non conversion des Wc en kWc a amené certains élèves à des bénéfices absurdes. De même, la non conversion des centimes d'euros en euros a généré des erreurs. Le travail de groupe a permis de les identifier et d'y remédier.

L'interprétation du graphique circulaire (annexe 4) et l'utilisation du coefficient (après lecture graphique) a été parfois difficile. Par manque de temps et compte tenu de l'originalité du graphique, le groupe 3 a préféré l'utilisation directe du coefficient proposé par le tableau fourni en aide.

Le fait que la carte et le graphique circulaire proposent des encadrements plutôt que des valeurs exactes a gêné certains élèves mais, pour la grande majorité, ils ont naturellement calculé la valeur centrale pour ensuite l'utiliser.

### EXTRAITS DE PRODUCTIONS D'ÉLÈVES

#### Extrait n°1

$$\tan(\widehat{COA}) = \frac{4}{4,1}$$

$$\widehat{COA} = \tan^{-1}\left(\frac{4}{4,1}\right)$$

$$\widehat{COA} \approx 45^\circ$$

$$90 - 45 = 45^\circ$$

Le pourcentage d'énergie réellement produite est 96%

100%	4000
96%	3840

Il produit donc 3840 kWh/an.

Mauvaise utilisation du coefficient, l'exemple proposé dans l'annexe 4 n'a pas été compris.  
→ Capacités (1) et (6) non acquises pour cette étape.

Le coefficient est déterminé correctement  
→ Capacité (3) acquise pour cette étape.

#### Extrait n°2

Gisement solaire moyen  $\frac{1350 + 1200}{2}$

$$= 1275 \text{ kWh/kwc/an.}$$

Région PACA:  $1200 < \square < 1350$

$$1200 + 75 = 1275$$

$$1350 - 75 = 1275$$

$$2,80256 \times 1275 = 3573,264 \text{ kWh/an.}$$

Utilisation correcte de l'annexe 3 pour déterminer un encadrement de la valeur du gisement solaire annuel en région PACA. Prise d'initiative des élèves de calculer la valeur centrale pour ensuite l'utiliser.  
→ Capacités (3) et (5) acquises pour cette étape.

#### Extrait n°3

$$58 \times 16 = 928$$

$$3,02 \times 16 = 48,32$$

$$P = U \times I$$

$$P = 928 \times 48,32$$

$$P = 44840,96 \text{ W}$$

kWh	kWh	kWh	kWh	kWh	kWh
4	4	8	4	0	96

L'élève a pensé à convertir son résultat.  
→ Capacité (9) acquise pour cette étape.

Mauvaise utilisation des données pour le calcul de la puissance de l'installation.  
→ Capacité (7) non acquise pour cette étape.

Extrait n°4

Watt  
Créteil

Puissance en Watt, des panneaux photo :

• 1 panneau  $58 \text{ V} \times 3,02 \text{ A}$   
 $= 175,16 \text{ W}$

• 16 panneaux  $175,16 \times 16 = 2802,56 \text{ W}$

RWh

$1250 \times 2802,56$   
 $= 3503200 \text{ kWh / kWc / an}$

Utilisation correcte de la formule pour le calcul de la puissance de l'installation.  
 → Capacité (7) acquise pour cette étape.

L'élève n'a pas pensé à convertir son résultat.  
 → Capacité (9) non acquise pour cette étape.

Extrait n°5

Sa revente:

$8394,6008 \times 40,63 = 137922,6305 \text{ €}$

$137922,6305 - 423,85 = 137498,7805 \text{ €}$

Il bénéficiera de 137498,7805 €.

L'élève n'a pas pensé à convertir les centimes d'euros en euros.  
 → Capacité (9) non acquise pour cette étape.

## Exemple d'adaptation au niveau 4<sup>e</sup>

Pascal Norbelly  
Collège Jean Jaurès, 93 Montreuil.

### Adaptation de l'activité

Pour que l'activité devienne accessible au niveau 4<sup>e</sup>, le schéma de l'annexe 1 a été modifié afin que ce soit le cosinus, et non plus la tangente, qui permette le calcul de l'inclinaison du toit.

### Modalités

Un premier travail de recherche individuelle, sous forme de devoir à la maison à faire en une semaine et portant uniquement sur la compréhension du document, puis un travail en groupes de niveau pour répondre à la question en une heure.

### Aides proposées

Deux fiches sont distribuées avec des questions intermédiaires pour les groupes qui n'ont pas bien compris les documents.

### COMPTE – RENDU

Les élèves ont eu une semaine pour s'approprier le document et en comprendre les annexes. Je souhaitais que les élèves expliquent ce qu'ils comprenaient de chaque annexe sans faire de calculs. (Voir extrait devoir à la maison.)

Certains élèves se sont malgré tout lancés dans les calculs en y passant beaucoup de temps. D'autres n'ont pas compris du tout les annexes, et ont essayé de répondre directement.

Après avoir lu tous les devoirs à la maison, je les ai rendus aux élèves avec quelques annotations leur indiquant des pistes à suivre pour répondre à la question du devoir.

Il a fallu expliquer que je n'avais pas noté le devoir à la maison mais que j'évaluerai le travail du groupe en fin de séance.

J'ai constitué des groupes homogènes à l'aide de ces copies. L'objectif de chaque groupe est alors de rédiger une réponse à la question posée en détaillant les explications.

J'ai dû beaucoup aider certains groupes, en particulier ceux qui n'avaient pas réfléchi sur les documents la semaine précédente. Ces groupes n'ont pas exploité toutes les annexes par manque de temps. Ils sont tous rentrés dans l'activité avec des coups de pouce successifs. Ils ont réussi à trouver une méthode pour calculer l'inclinaison du toit dans la plupart des cas.

Les groupes les plus forts ont rédigé une réponse argumentée, même si des erreurs d'unité les ont empêchés de trouver la bonne réponse.

## EXTRAITS DE PRODUCTIONS D'ÉLÈVES

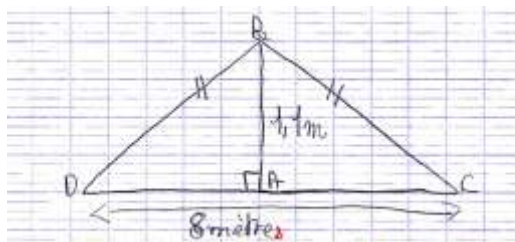
### Extrait d'un devoir à la maison

Le que j'ai compris des documents.  
 Annexe n°1: Caractéristiques techniques de l'installation:  
 J'ai compris que: Il y a 16 panneaux d'installés, orientés à  $-5^\circ$  Sud.  
 Que 1 panneau a une tension de crête maximale de 58V et un courant de crête maximale de 3,02 A.  
 Annexe n°2: Calcul de la puissance maximale (en kWc)  
 J'ai compris que la Puissance = Unité x Intensité.  
 Annexe n°3: Calcul de la puissance théorique  
 J'ai compris que: La carte représente la France et ses différents départements.  
 Plus la couleur est foncée, plus ça veut dire que il y a beaucoup de kWh de crête. Mais le raisonnement relatif n'est pas le même sur toute la France et donc l'électricité fournie par les panneaux relative non plus.

L'élève n'a pas vu la difficulté posée par les unités. Il s'en apercevra pendant le travail en groupe.

### Extrait des travaux de groupe

#### Groupe 1 :



Je sais que  $AC=4$  et que  $AB=1,1$  et que le triangle ABC est rectangle en A.

$$\begin{aligned} BC^2 &= AB^2 + AC^2 \\ BC^2 &= 1,21 + 16 \\ BC^2 &= 17,21 \\ BC &= \sqrt{17,21} \\ BC &\approx 4,1 \end{aligned}$$

Utilisation de l'égalité de Pythagore dans une situation complexe, pour pouvoir déterminer l'inclinaison du toit.

$$\cos B = \frac{AB}{BC}$$

$$\cos B = \frac{1,1}{4,1}$$

$$\cos B \approx 0,25 \quad \text{Une étouffée}$$

$$\widehat{ABC} \approx 75,5 \quad \text{L'inclinaison du toit est donnée par l'angle ACB}$$

Calcul bien mené mais l'angle calculé n'est pas le bon. L'annexe 4 est mal comprise.

Groupe 2 :

annexe 2

$$\begin{aligned}
 P &= U \times I \\
 &= 58V \times 3,02A \\
 &= 175,16 \text{ Wc}
 \end{aligned}$$

attention aux unités  
ceci pour 1 panneau

Beaucoup de difficultés sur les unités

Groupe 3 :

Le groupe a des difficultés avec les unités Wc ou KWc.

Annexe 2) M<sup>r</sup> Y possède 16 panneaux solaires ayant une tension de crête de 58V, et un courant de crête de 3,02 A. Pour savoir la quantité de kWc produite par ces panneaux, il faut faire  $58 \times 3,02 \times 16 = 2802,56$  ~~Wc~~  $\times 16 = 2802,56$  ~~Wc~~ <sup>Wc</sup> ?  
Donc la puissance produite par les panneaux de M<sup>r</sup> Y est de 2,8 kWc. T Bém explique pourquoi ?

Annexe 3) La maison de M<sup>r</sup> Y se situe en Provence-Alpes-Côte d'Azur. Dans cette zone de la France, le kWh/kWc/an est d'environ 1245. Pour connaître la puissance théorique annuelle de M<sup>r</sup> Y, on multiplie la tension puissance maximale des panneaux par 1245.  $2,8 \times 1245 = 3540$ . M<sup>r</sup> Y produit <sup>théoriquement</sup> ~~2802,56~~ 3540 kWh/an.  
où tires-tu cette valeur ?

La rédaction n'est pas détaillée, le groupe n'explique pas le calcul de la demi-somme pour trouver une valeur moyenne.

## Exemple de simplification pour une utilisation au niveau 3<sup>e</sup>

Alexandre Laurent  
Collège République, 93 Bobigny.

### Adaptation de l'activité

Le document initial a été allégé en supprimant la dernière partie concernant les tarifs et la question est donc devenue : « M. Y. produit-il assez d'électricité pour répondre à la consommation de son pavillon ? ».

Cette consommation a alors été fixée à 3 500 kWh.

### Modalités

Les élèves ont travaillé en groupes de niveau hétérogène, quatre élèves par groupe, durant une heure. Au final, chacun a rendu un compte-rendu individuel rédigé pendant la séance.

N.B. : Ces comptes-rendus individuels sont bien sûr très proches, voire souvent quasiment identiques, au sein d'un même groupe. L'important est, de toute façon, de favoriser au maximum les échanges à l'intérieur de chaque groupe.

### Aides proposées

Aucune aide à la démarche n'a été proposée.

## COMPTE – RENDU

L'activité a été très appréciée des élèves. Elle a été jugée originale et réaliste.

Il est important de conseiller aux élèves d'aborder l'activité de façon linéaire. Commencer par l'annexe 1 et 2 en calculant la puissance maximale (en kWc) puis la puissance de l'annexe 3 puis celle de l'annexe 4. À ce sujet, la relation  $P = UI$  n'était pas évidente pour les élèves (cette notion est abordée en physique en 3<sup>e</sup> mais elle ne fait pas partie du socle. Les élèves ne l'avaient pas encore abordée à ce moment-là de l'année).

Le graphique de la partie 4 est d'une lecture difficile. Il convient d'aider les élèves à ce moment-là.

Les élèves ont eu le temps de calculer la puissance réelle fournie (annexe 4) et cela au bout d'un travail continu pendant une heure. Pour aborder une thématique tarifaire il semble nécessaire de prévoir plus d'une séance.

En conclusion, cette activité offre un problème attrayant. Les élèves sont intéressés par la diversité des tâches et l'exploitation de documents différents. L'utilisation de l'outil trigonométrique, utilisé dans une situation dont le réalisme se trouve renforcé par le sérieux des documents, est un bel exemple de mobilisation d'une compétence. Enfin, le fait de travailler avec des groupes hétérogènes permet de nombreux échanges, l'activité offrant à ce sujet de multiples questionnements dont la difficulté est plus ou moins grande.