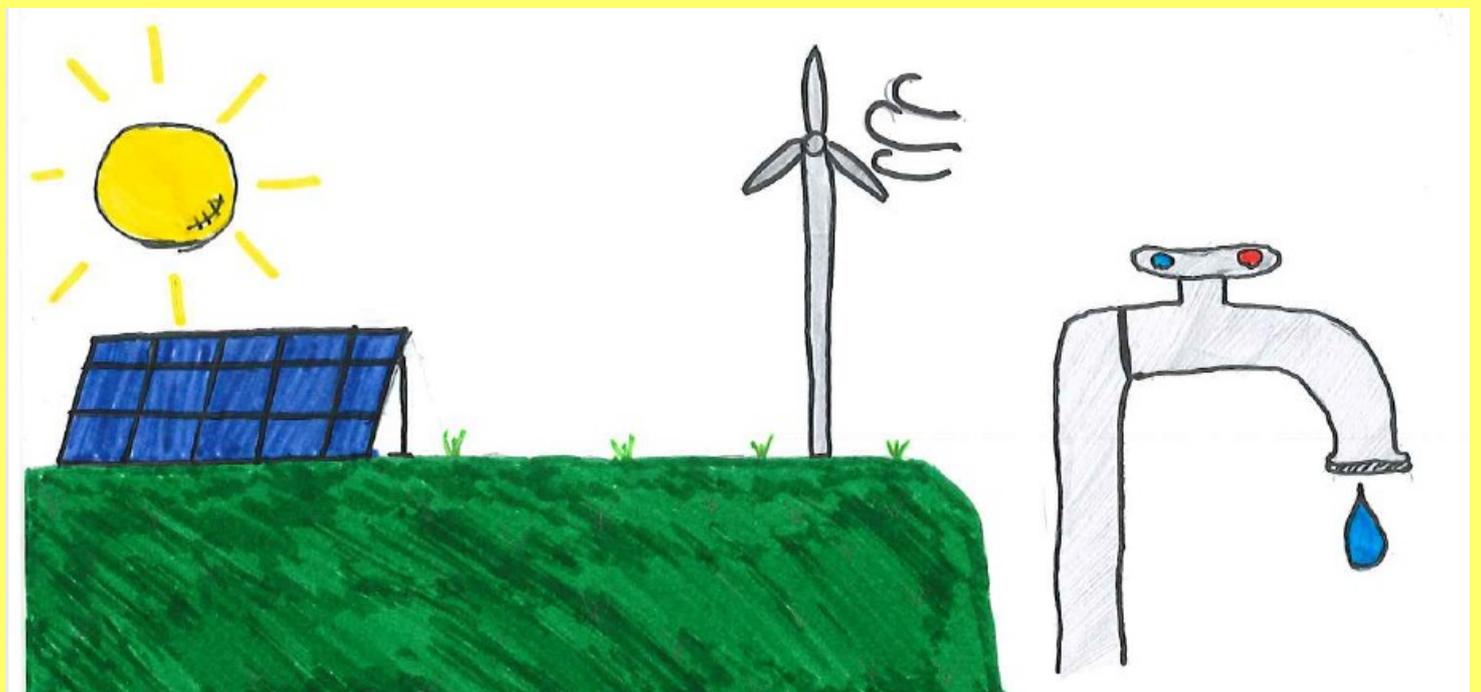


Quelle est l'énergie la plus pertinente pour produire de l'électricité au collège ?



Sommaire

Présentation du projet	3
Présentation du collège	6
La station météo	7
Consommation électrique du collège	8

PREMIÈRE PARTIE : L'ÉOLIEN

Production d'une éolienne	9
Étude sur trois jours	10
Bilan de l'étude sur trois jours	11
Utilisation d'un tableur	12
Calculs tableur (2016-2020)	13
Données tableurs et calculs	14
Nombre d'éoliennes nécessaires	15
Avantages et limites de l'éolien	16

DEUXIÈME PARTIE : LE SOLAIRE

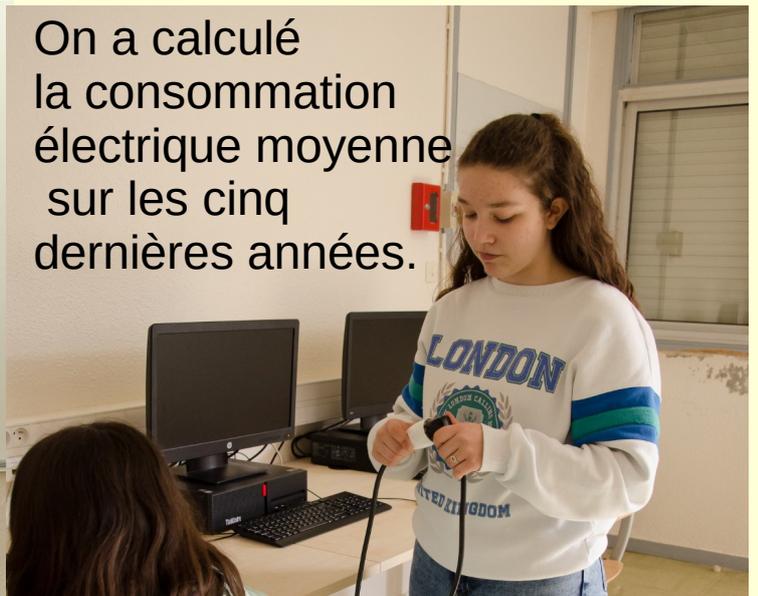
Rendement d'un panneau solaire	17
Étude solaire sur trois jours	18
Utilisation d'un tableur	19
Calculs tableur (2018-2021)	20
Panneaux solaires nécessaires	21
Surface du collège	22
Surface couverte par des panneaux	23
Avantages et limites du solaire	24
Bilan	25
Conclusion	26

Présentation du projet

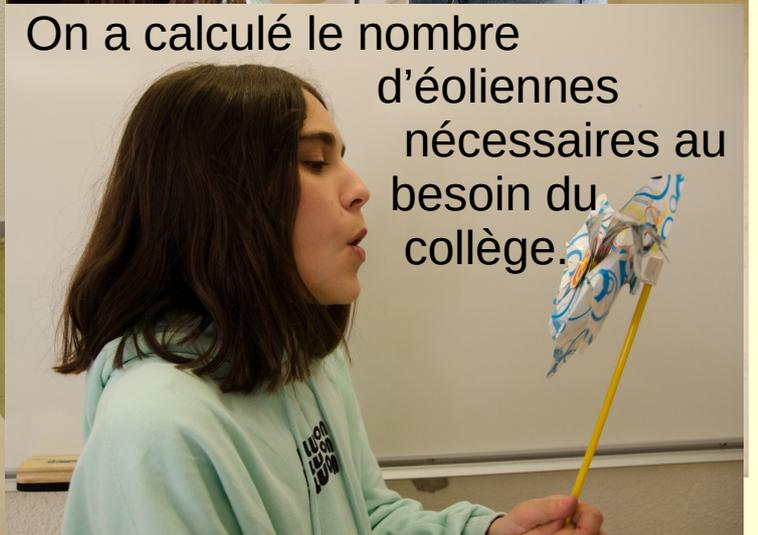
On a travaillé sur les dépenses énergétiques du collège qui coûtent très cher chaque année.



On a calculé la consommation électrique moyenne sur les cinq dernières années.



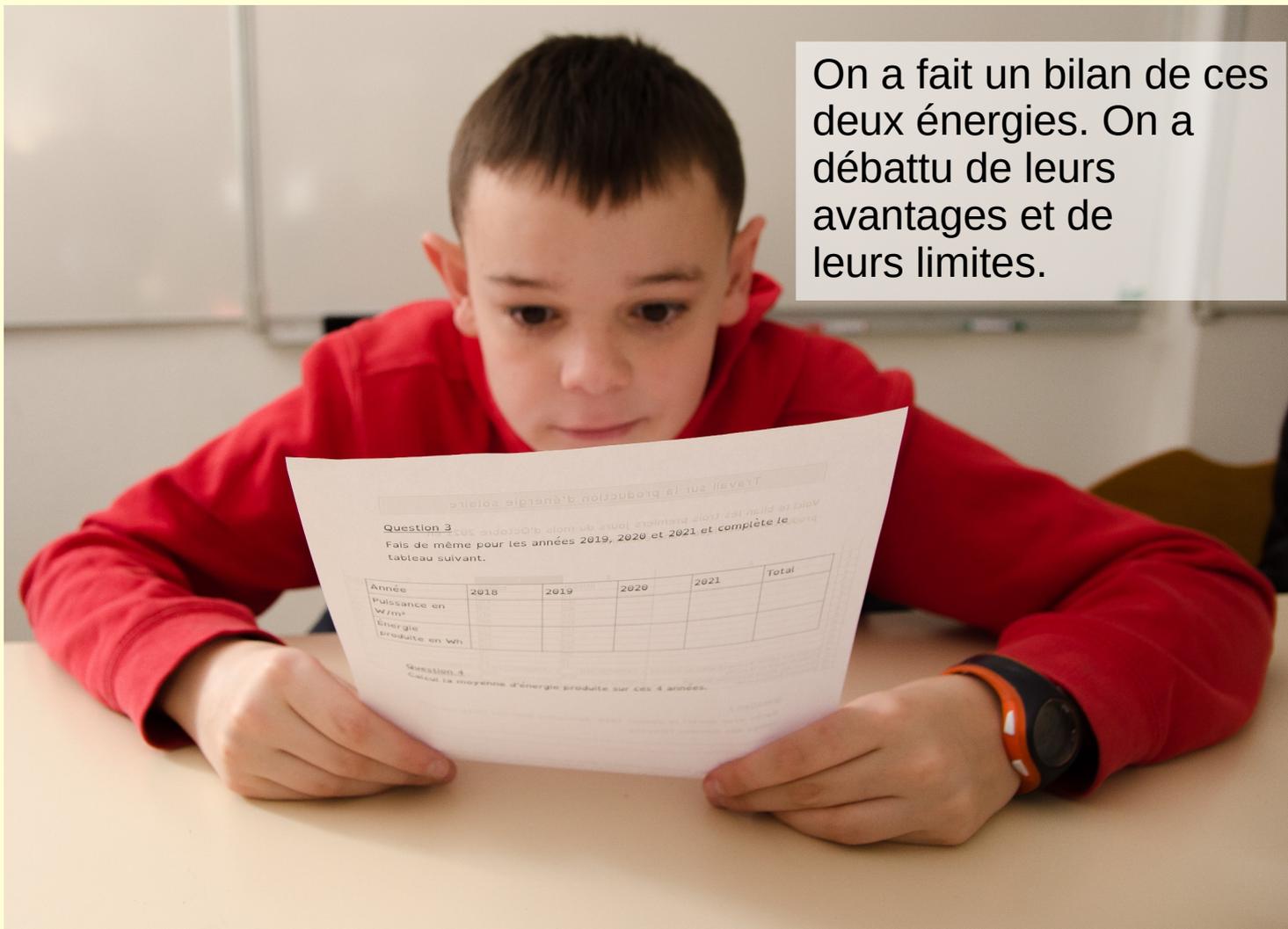
On a calculé le nombre d'éoliennes nécessaires au besoin du collège.





On a ensuite calculé le nombre de panneaux solaires nécessaires à notre consommation et le pourcentage qu'ils représentent par rapport à la surface totale des toits du collège.

On a fait un bilan de ces deux énergies. On a débattu de leurs avantages et de leurs limites.



Ce projet a été encadré par trois enseignants.



Présentation du collège

Le collège du Lignon est un établissement rural de Haute-Loire (160 élèves dont une SEGPA). Il est situé sur un plateau à environ 900 mètres d'altitude. L'hiver est froid.

Le Lignon est une rivière qui borde l'établissement et se jette dans la Loire.

Le collège s'implique dans le développement durable, il est labellisé E3D niveau 3. Les enseignants nous sensibilisent régulièrement à la défense de l'environnement.

On cherche à diminuer nos dépenses énergétiques : pour preuve, le collège s'est lancé dans le challenge Cube.S et a été récompensé à Paris au Ministère de la transition écologique le 31 mars 2022.



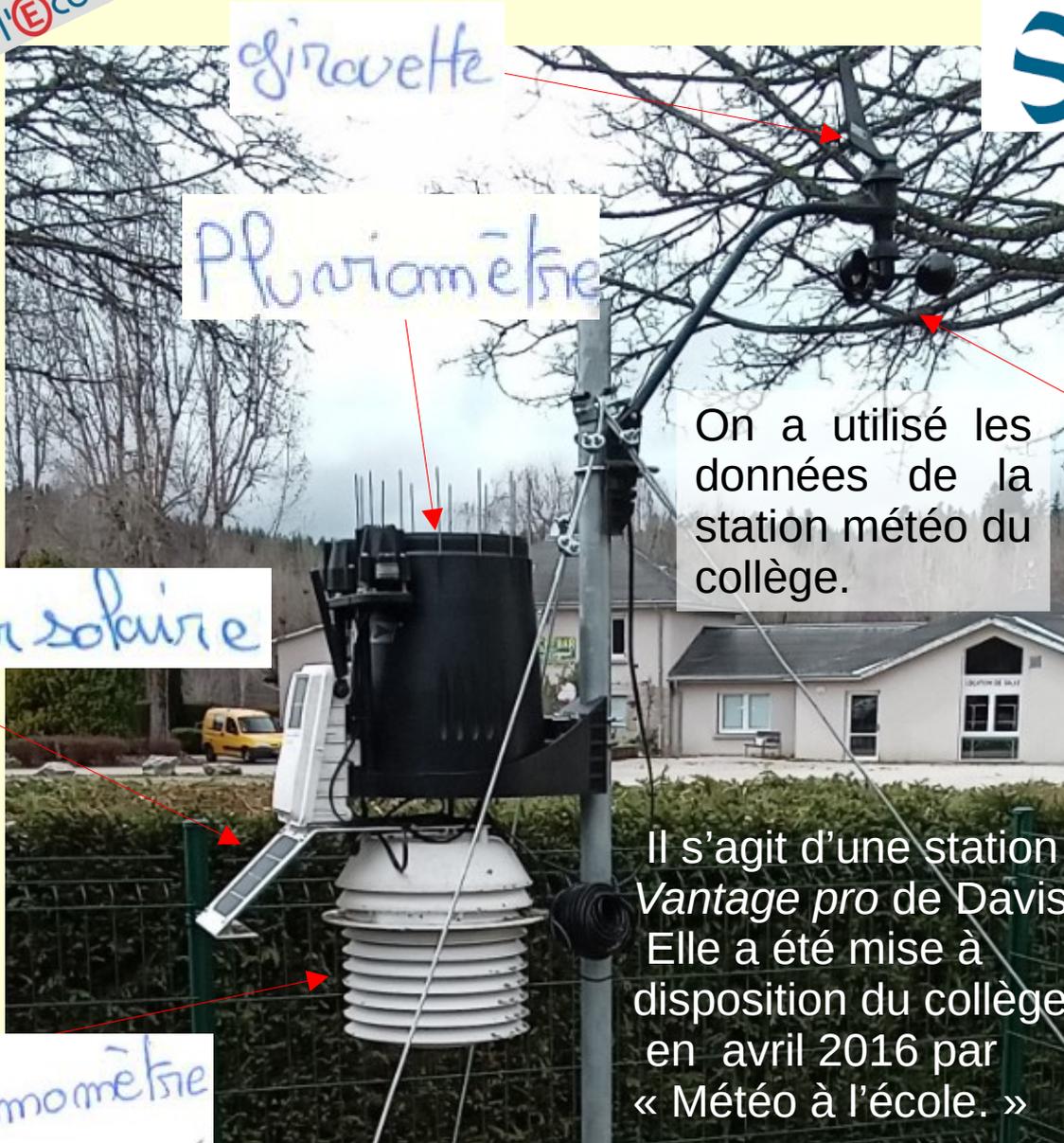
Voici le lien de la remise du prix Cube.S :

https://www.youtube.com/watch?time_continue=420&v=AVi_kODTyCE&feature=emb_logo

La Station météo

Météo à l'École

Sciences à l'École



Il s'agit d'une station Vantage pro de Davis Elle a été mise à disposition du collèè en avril 2016 par « Météo à l'école. »



Il s'agit d'un réseau de stations implantées dans plusieurs établissements scolaires sur toute la France.

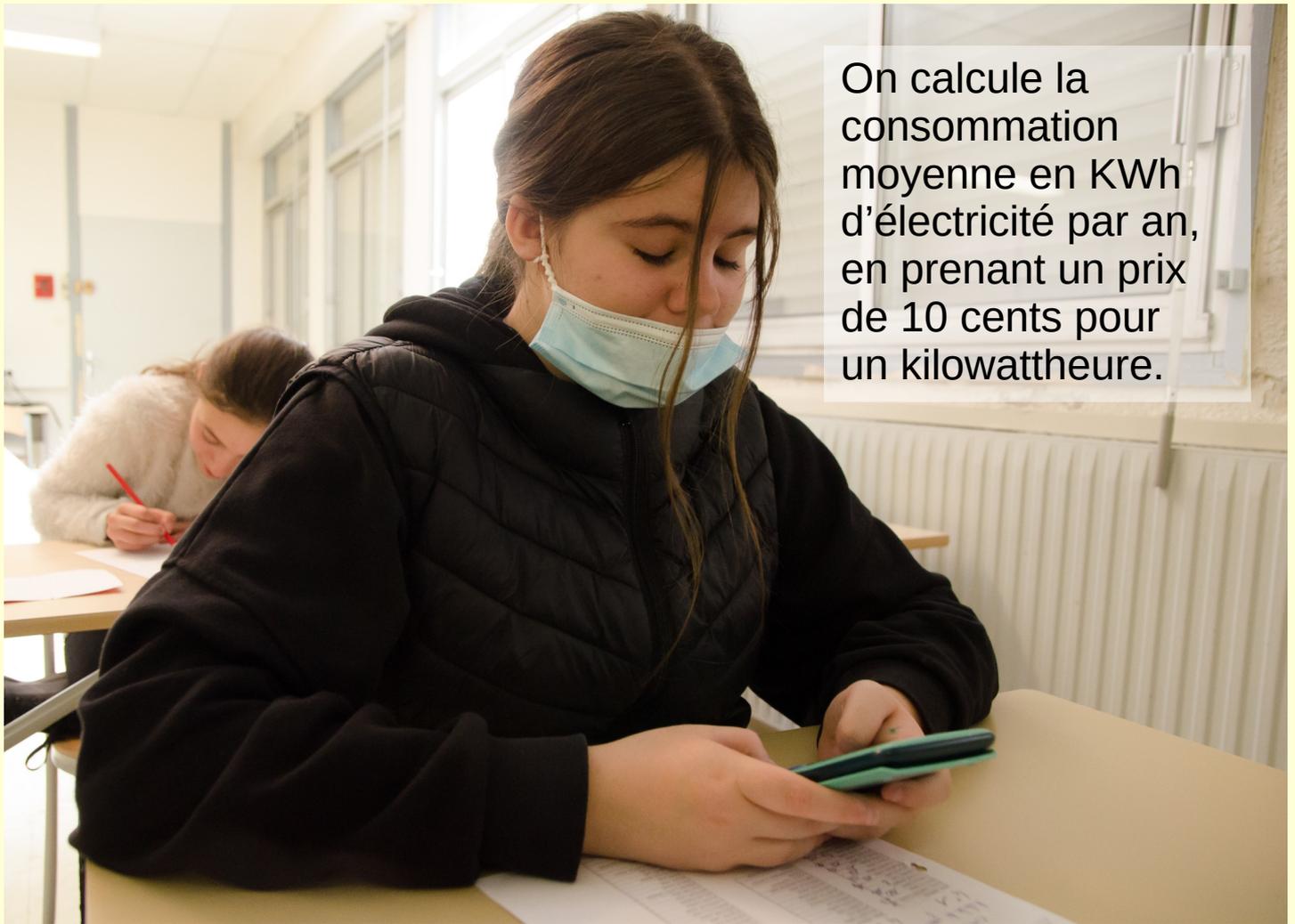


Les données sont accessibles sur *inofclimat*. Elles ont été utilisées pour les calculs de ce projet.

Consommation électrique du collège

Euros	Réseau chaleur	Electricité	Eau	TOTAL
2019	58 753.06	10 953.14	2 952.88	72 659.08
2018	57 141.65	11 629.35	2 460.47	71 231.47 €
2017	51 446,15	10 950,65	3 129,95	65 526,75 €
2016	58 138,10	12 374,84	2 608,66	73 121,60 €
2015	57 365,29	13 200,16	3 561,62	74 127,07 €
2014	48 532,92	13 233,10	3 511,93	65 277,95 €

Tableau récapitulatif des dépenses énergétiques au collège de 2014 à 2019.



On calcule la consommation moyenne en KWh d'électricité par an, en prenant un prix de 10 cents pour un kilowattheure.

$$\text{Moyenne} = \frac{10953,14 + 11629,35 + 10950,65 + 12374,84 + 13200,16 + 13233,10}{6}$$

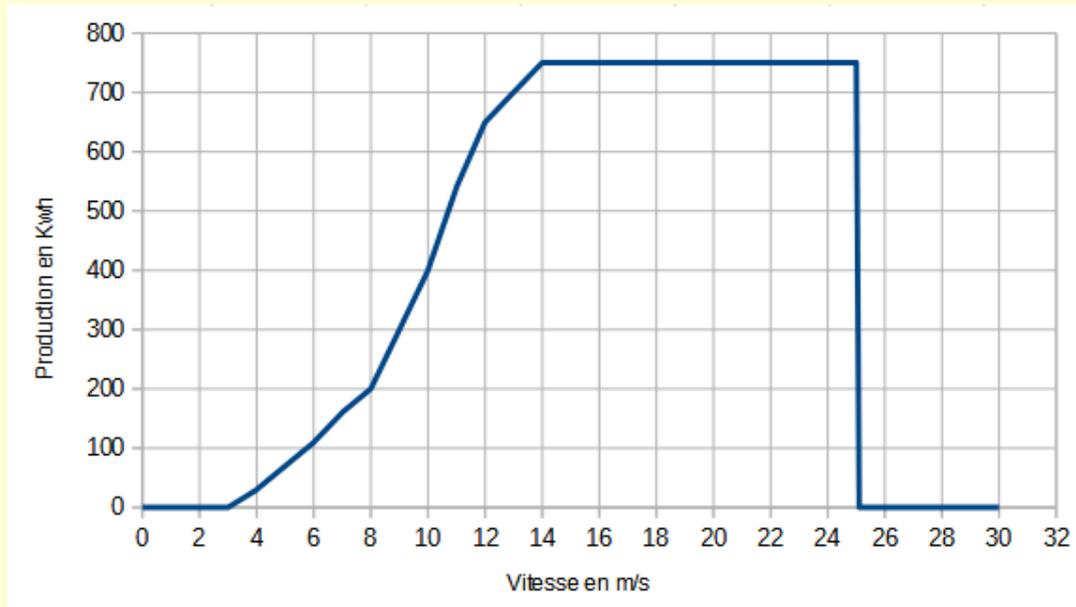
$$\text{Moyenne} = \frac{72341,24}{6} \approx 12057 \text{ € à 1 près.}$$

En moyenne on consomme pour 12057 € d'électricité par an.

$$\text{Consommation} = \frac{12057}{0,1} = 120570 \text{ kWh par an.}$$

Au collège on consomme environ 120 570 kWh par an d'électricité.

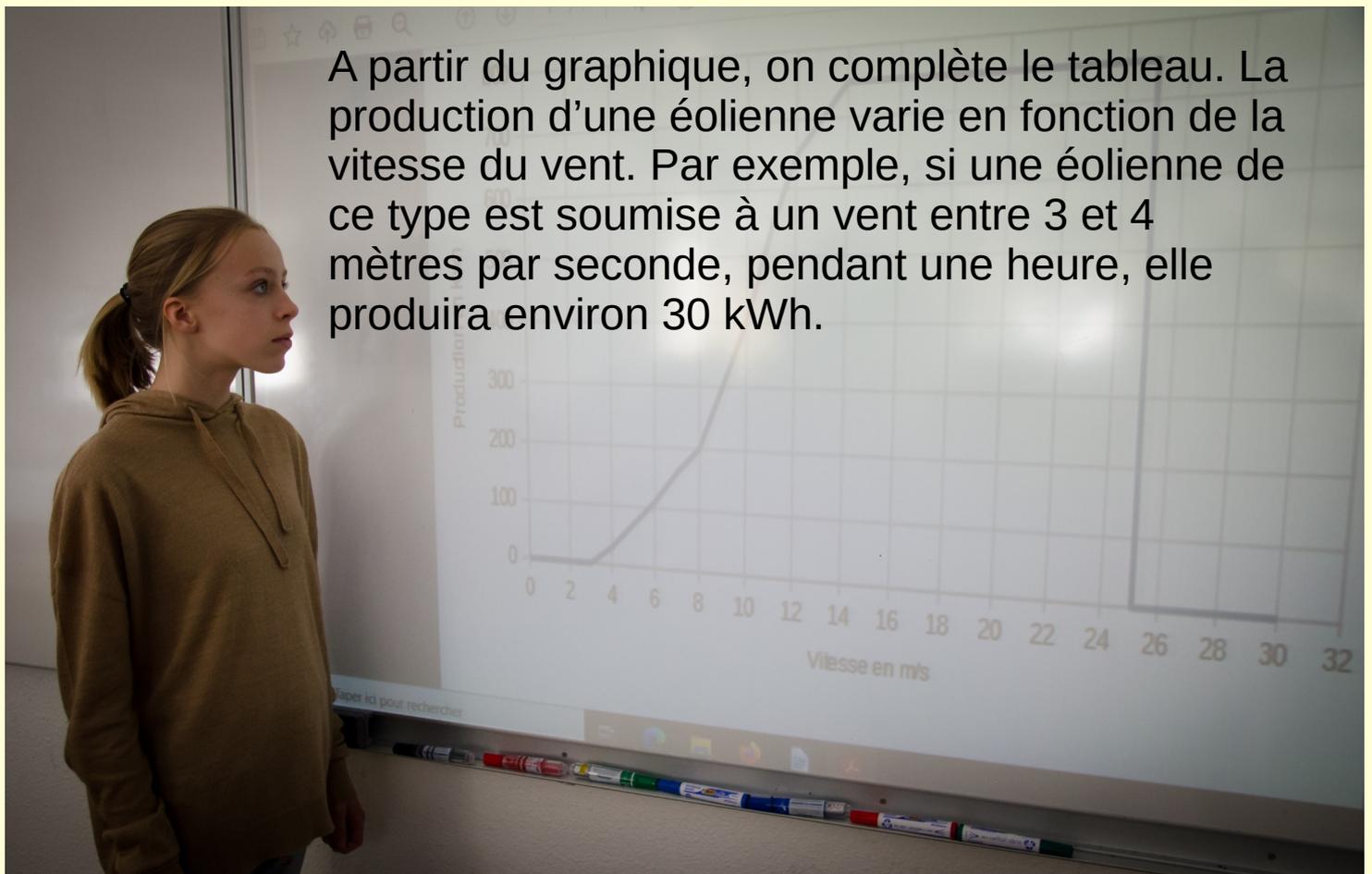
Production d'une éolienne



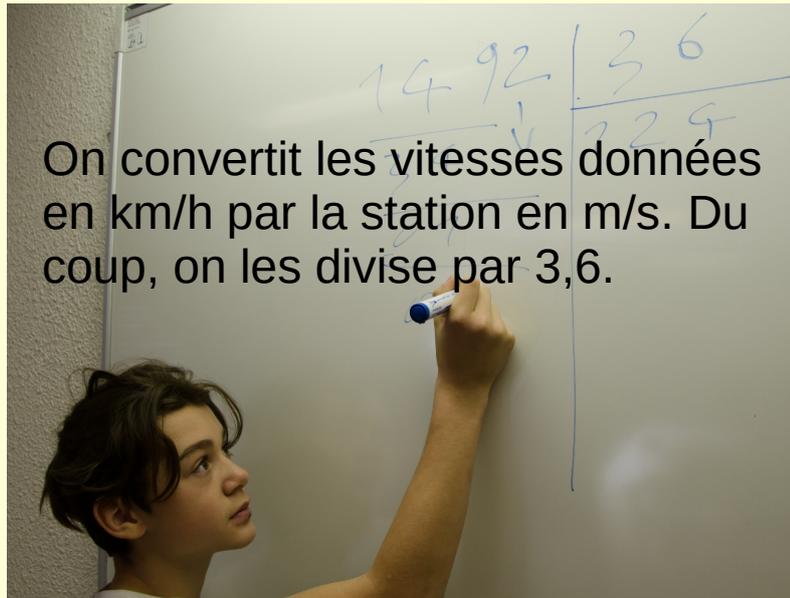
Graphique représentant la production électrique d'une éolienne en fonction de la vitesse du vent.

Vitesse en m/s	Entre 1 et 2	Entre 2 et 3	Entre 3 et 4	Entre 4 et 5	Entre 5 et 6	Entre 6 et 7	Entre 7 et 8	Entre 8 et 9	Entre 9 et 10	Entre 10 et 11
Puissance en kWh	0	0	30	70	100	140	180	230	300	500

A partir du graphique, on complète le tableau. La production d'une éolienne varie en fonction de la vitesse du vent. Par exemple, si une éolienne de ce type est soumise à un vent entre 3 et 4 mètres par seconde, pendant une heure, elle produira environ 30 kWh.



Étude sur trois jours



Heure	1 Octobre 2021		02/10/21		03/10/21	
	Vitesse en km/h	Vitesse en m/s	Vitesse en km/h	Vitesse en m/s	Vitesse en km/h	Vitesse en m/s
00:00:00	0,0	0	0,0	0	24,1	6,6
01:00:00	0,0	0	0,0	0	27,4	7,6
02:00:00	0,0	0	0,0	0	33,8	9,4
03:00:00	0,0	0	0,0	0	30,6	8,5
04:00:00	0,0	0	0,0	0	31,2	8,7
05:00:00	1,6	0,4	1,6	0,4	33,8	9,4
06:00:00	0,0	0	1,6	0,4	33,8	9,4
07:00:00	0,0	0	1,6	0,4	30,6	8,5
08:00:00	12,9	3,5	4,8	1,3	32,2	8,9
09:00:00	19,3	5,3	6,4	1,7	20,9	5,8
10:00:00	20,9	5,8	17,7	4,9	27,4	7,6
11:00:00	19,3	5,3	11,3	3,1	20,9	5,8
12:00:00	20,9	5,8	12,9	3,5	17,7	4,9
13:00:00	19,3	5,3	24,1	6,6	11,0	3,1
14:00:00	16,1	4,4	17,7	4,9	14,5	4,0
15:00:00	12,7	3,5	12,9	3,5	9,7	2,7
16:00:00	6,4	1,7	16,1	4,4	1,6	0,4
17:00:00	3,2	0,8	22,5	6,2	1,6	0,4
18:00:00	1,6	0,4	27,4	7,6	1,6	0,4
19:00:00	0,0	0	19,3	5,3	0,0	0
20:00:00	0,0	0	29,0	8	0,0	0
21:00:00	0,0	0	32,2	8,9	1,6	0,4
22:00:00	0,0	0	32,2	8,9	1,6	0,4
23:00:00	0,0	0	19,3	5,3	1,6	0,4

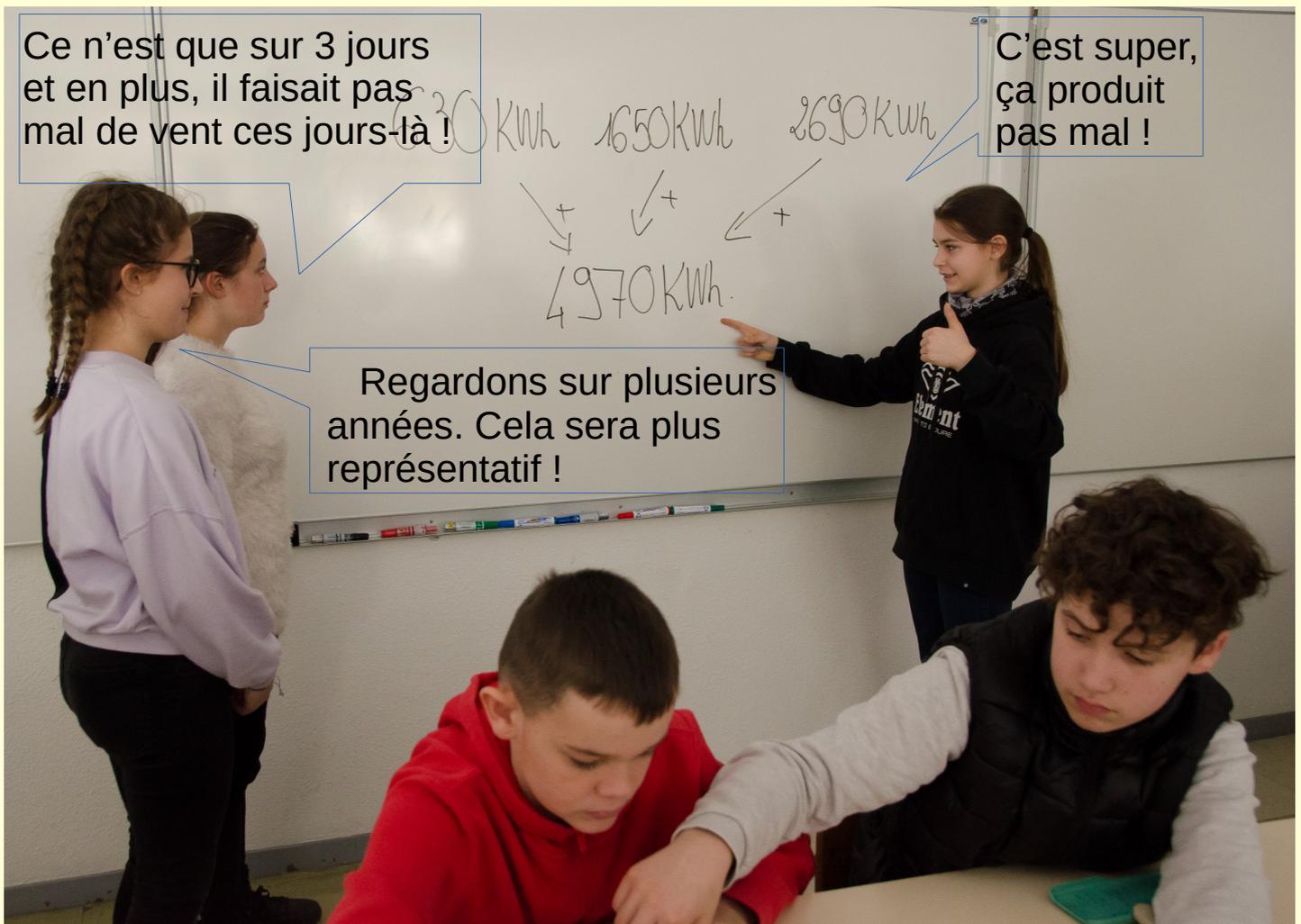
Bilan de l'étude sur trois jours

$$1^{\text{er}} \text{ Octobre} : 2 \times 30 + 1 \times 70 + 5 \times 100 = 630 \text{ kWh.}$$

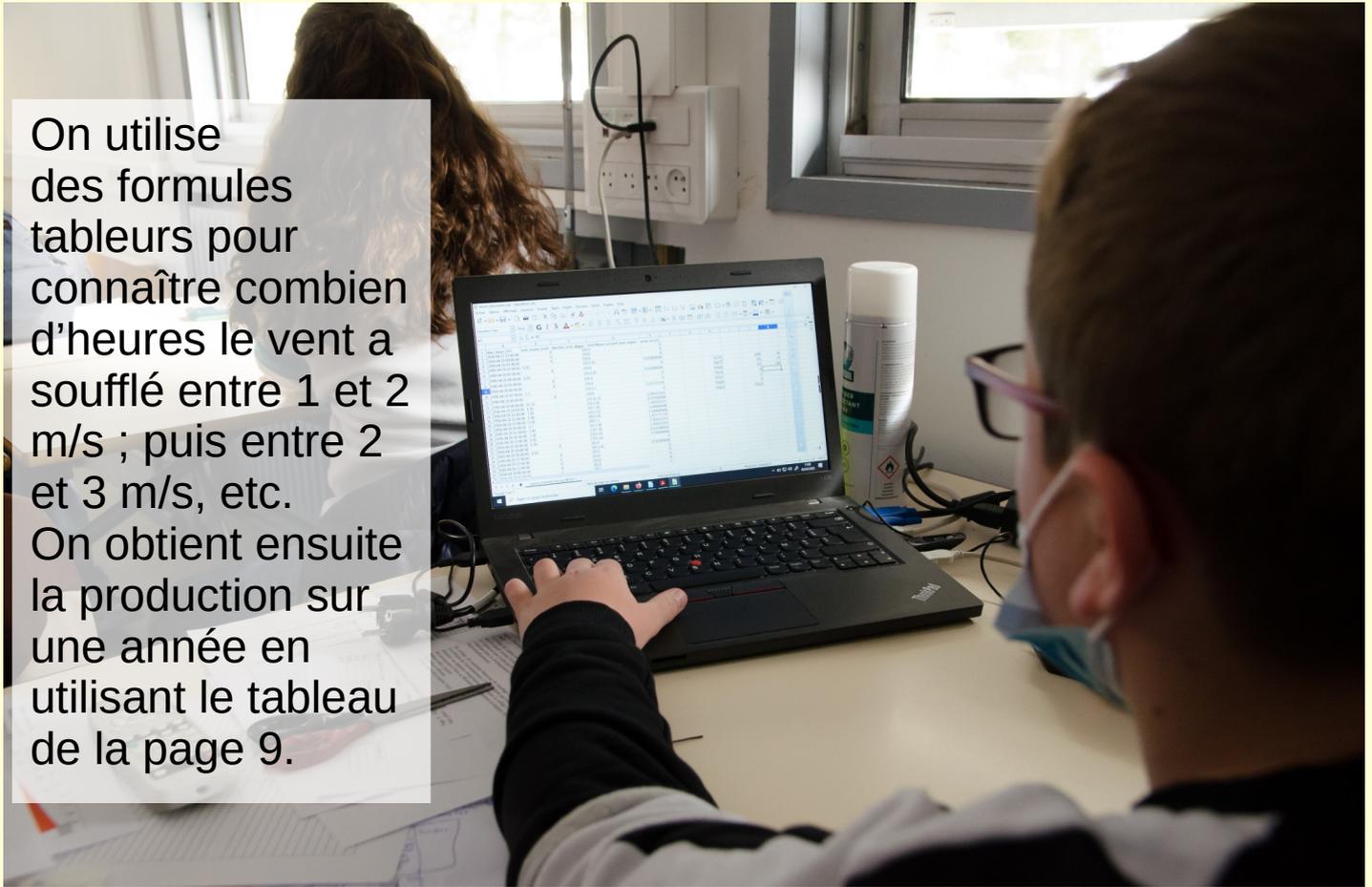
$$2 \text{ Octobre} : 3 \times 30 + 3 \times 70 + 2 \times 100 + 2 \times 140 + 1 \times 180 + 3 \times 230 = 1650 \text{ kWh}$$

$$3 \text{ Octobre} : 1 \times 30 + 2 \times 70 + 2 \times 100 + 1 \times 140 + 2 \times 180 + 4 \times 230 + 3 \times 300 = 2690 \text{ kWh.}$$

$$\text{Total} = 630 + 1650 + 2690 = 4970 \text{ kWh.}$$



Utilisation d'un tableur



On utilise des formules tableurs pour connaître combien d'heures le vent a soufflé entre 1 et 2 m/s ; puis entre 2 et 3 m/s, etc. On obtient ensuite la production sur une année en utilisant le tableau de la page 9.

Extrait d'un tableur. La colonne C donne la vitesse du vent en km/h suivant l'heure et le jour (colonne A). Dans la colonne D, on la convertit en m/s. Dans le tableau en bas à droite, on calcule la production à l'aide des formules.

	A	B	C	D	E	F	G	H
5554	2016-12-31 13:00:00	0,0		0				
5555	2016-12-31 14:00:00	5,56	5,56	1,54444444444445				
5556	2016-12-31 15:00:00	5,56	5,56	1,54444444444445				
5557	2016-12-31 16:00:00	0,0		0				
5558	2016-12-31 17:00:00	0,0		0				
5559	2016-12-31 18:00:00	0,0		0				
5560	2016-12-31 19:00:00	0,0		0				
5561	2016-12-31 20:00:00	0,0		0				
5562	2016-12-31 21:00:00	0,0		0				
5563	2016-12-31 22:00:00	0,0		0				
5564	2016-12-31 23:00:00	0,0		0				
5565	2017-01-01 00:00:00	0,0		0				
5566					Vitesse du vent en m/s	Nombre d'heure	Production de l'éolienne	Total
5567		=NB.SI(B2:B5565;<13) →		3073	1	1879	0	0
5568				4952	2	323	0	0
5569				5275	3	149	30	4470
5570				5424	4	85	70	5950
5571				5509	5	43	100	4300
5572				5552	6	6	140	840
5573				5558	7	3	180	540
5574				5561	8	3	230	690
5575				5564	9			
5576							Total	16790

Calculs tableur (2016-2020)

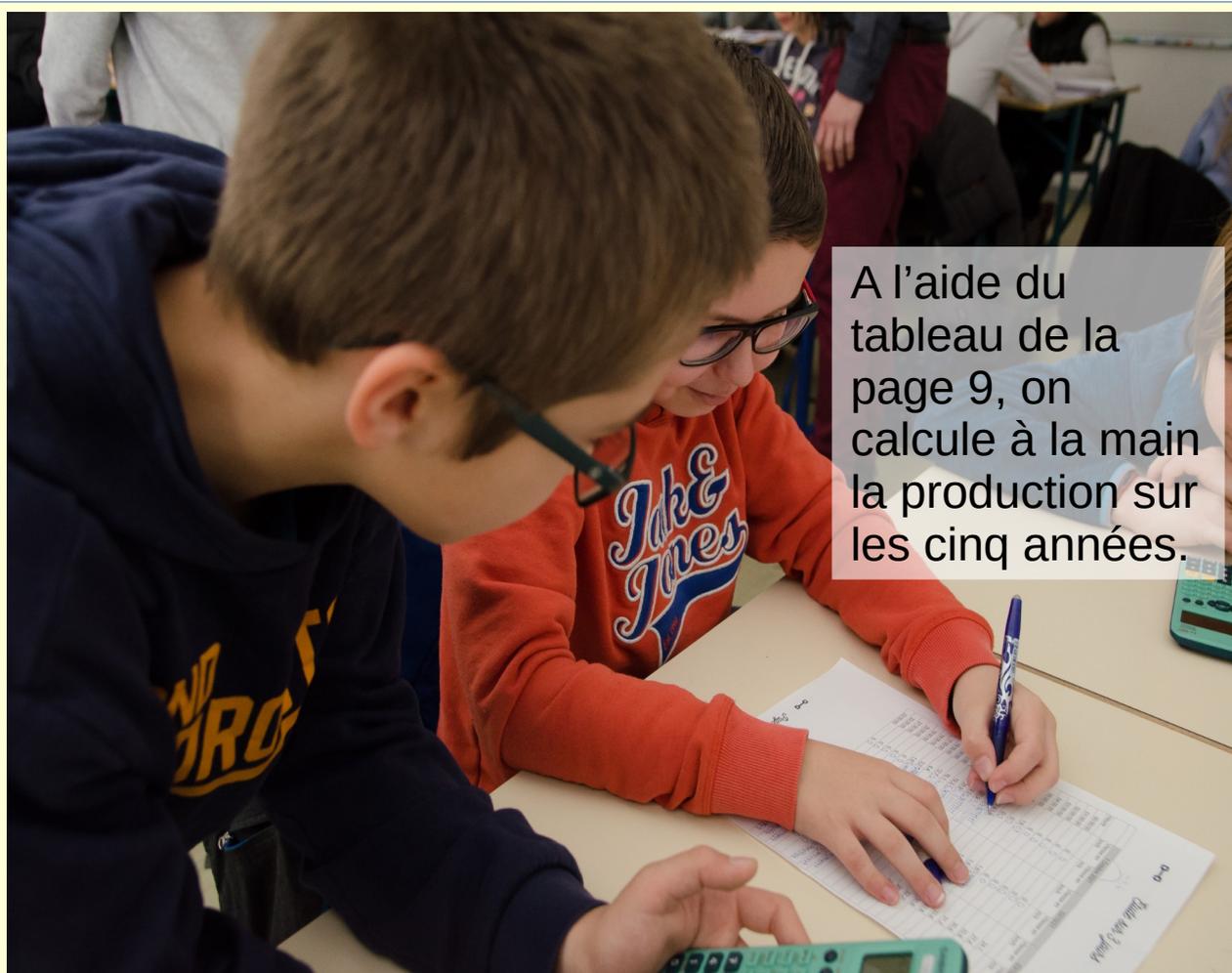


Année	2016	2017	2018	2019	2020
Production en kWh	16 790	34 370	36 330	29 600	13 530

Données tableur et calculs

Vitesse du vent en m/s	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Nombre d'heure en 2016	1879	323	149	85	43	6	3	3	
Nombre d'heure en 2017	2747	647	314	150	88	17	5	9	1
Nombre d'heure en 2018	2228	723	301	202	82	19	6	4	1
Nombre d'heure en 2019	1665	928	442	176	30	6	1		
Nombre d'heure en 2020	1202	609	247	74	8	1			

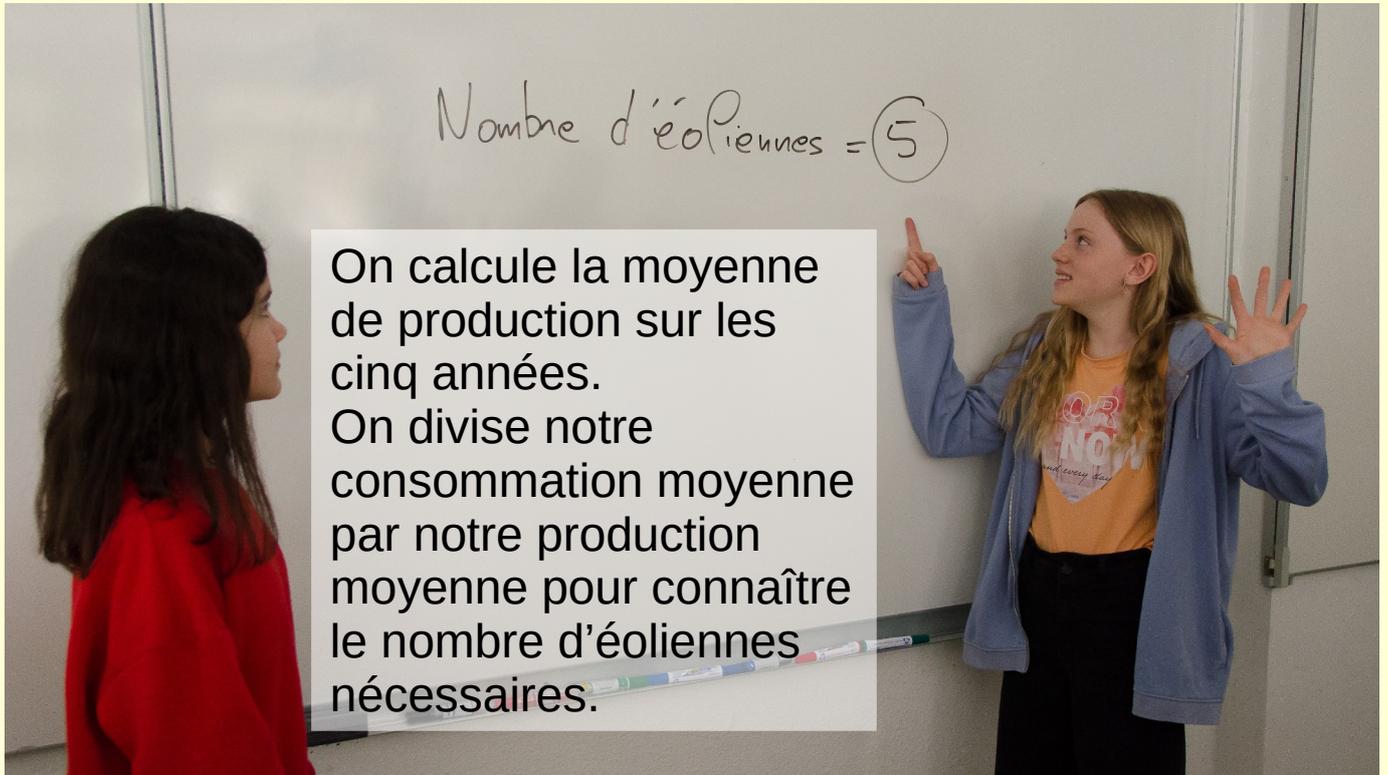
Nombre d'heures durant lesquelles le vent a soufflé en fonction de la vitesse en m/s



A l'aide du tableau de la page 9, on calcule à la main la production sur les cinq années.

$$\begin{aligned}
 2016: & 149 \times 30 + 85 \times 70 + 43 \times 100 + 6 \times 140 + 3 \times 180 + 3 \times 230 = 16790 \text{ kWh} \\
 2017: & 314 \times 30 + 150 \times 70 + 88 \times 100 + 17 \times 140 + 5 \times 180 + 9 \times 230 + 1 \times 300 = 34370 \text{ kWh} \\
 2018: & 301 \times 30 + 202 \times 70 + 82 \times 100 + 19 \times 140 + 6 \times 180 + 4 \times 230 + 1 \times 300 = 36330 \text{ kWh} \\
 2019: & 442 \times 30 + 176 \times 70 + 30 \times 100 + 6 \times 140 + 1 \times 180 = 29600 \text{ kWh} \\
 2020: & 247 \times 30 + 74 \times 70 + 8 \times 100 + 1 \times 140 = 13530 \text{ kWh}
 \end{aligned}$$

Nombre d'éoliennes nécessaires



$$\text{Moyenne} = \frac{16790 + 34370 + 36330 + 29600 + 13530}{5}$$
$$= \frac{130620}{5} = 26124 \text{ kWh}$$

Une éolienne au collège aurait produit 26124 kWh en moyenne par an entre 2016 et 2020

$$\text{Nombre d'éolienne} = \frac{120570}{26124} \approx 4,6 \text{ à } 0,1 \text{ près}$$

Il faudrait environ 5 éoliennes pour produire d'électricité que nous consommons au collège

Avantages et limites de l'éolien

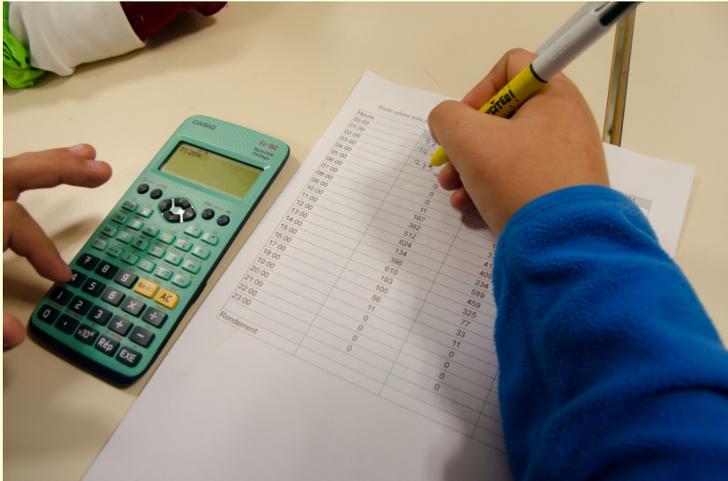


Rendement d'un panneau solaire

Un panneau solaire a un rendement d'environ 11 %, ce qui signifie qu'il transforme 11 % de l'énergie qu'il capte en électricité.



Étude solaire sur trois jours



On calcule la somme des radiations solaires captées sur une journée. Puis on multiplie cette somme par 11 % pour avoir la production journalière.

Heure	1er Octobre 2021	2 Octobre 2021	3 Octobre 2021
00:00	0	0	0
01:00	0	0	0
02:00	0	0	0
03:00	0	0	0
04:00	0	0	0
05:00	0	0	0
06:00	0	0	0
07:00	0	0	0
08:00	11	9	5
09:00	167	171	7
10:00	362	378	53
11:00	512	411	118
12:00	624	408	63
13:00	134	234	102
14:00	396	589	35
15:00	610	459	14
16:00	193	325	0
17:00	100	77	0
18:00	56	33	11
19:00	11	11	0
20:00	0	0	0
21:00	0	0	0
22:00	0	0	0
23:00	0	0	0
Somme	3120	3705	408
Rendement	349,76	341,55	44,88

Radiations solaires captées par la station les 1, 2 et 3 Octobre 2021 en W/m²

Utilisation d'un tableur



On calcule la somme en B32343.

On divise par 6 pour avoir une énergie en Wh, car on a des données toutes les dix minutes.

Puis on multiplie par 11 % pour avoir la production sur une année.

	A	B	C
32334	2018-12-31 22:40:00	0	
32335	2018-12-31 22:50:00	0	
32336	2018-12-31 23:00:00	0	
32337	2018-12-31 23:10:00	0	
32338	2018-12-31 23:20:00	0	
32339	2018-12-31 23:30:00	0	
32340	2018-12-31 23:40:00	0	
32341	2018-12-31 23:50:00	0	
32342			
32343	=Somme (B2:B32341) →	4422566	Radiation solaire totale en W/m ²
32344	= B32343 / 6 →	737094,333333333	Radiation solaire sur une heure en Wh/m ²
32345	= B32344 * 11/100 →	81080,376666667	Energie produite par un panneau sur une année en Wh

Dans la colonne B, il y a les radiations solaires mesurées au collège suivant l'heure et le jour (colonne A).

Calculs tableur (2018-2021)

A l'aide de quatre tableurs, on regroupe les données des quatre années dans le tableau suivant. Puis on calcule le rendement annuel d'un panneau en multipliant par 11 %.



Année	2018	2019	2020	2021	Total
Somme	4 422 566	5 601 034	4 004 253	4 660 577	18 688 430
Rendement en Wh/m ²	4 866 82,26	6 16 113,74	4 40 667,88	5 12 663,47	20 55 727,27

Production en Wh/m² sur les quatre années

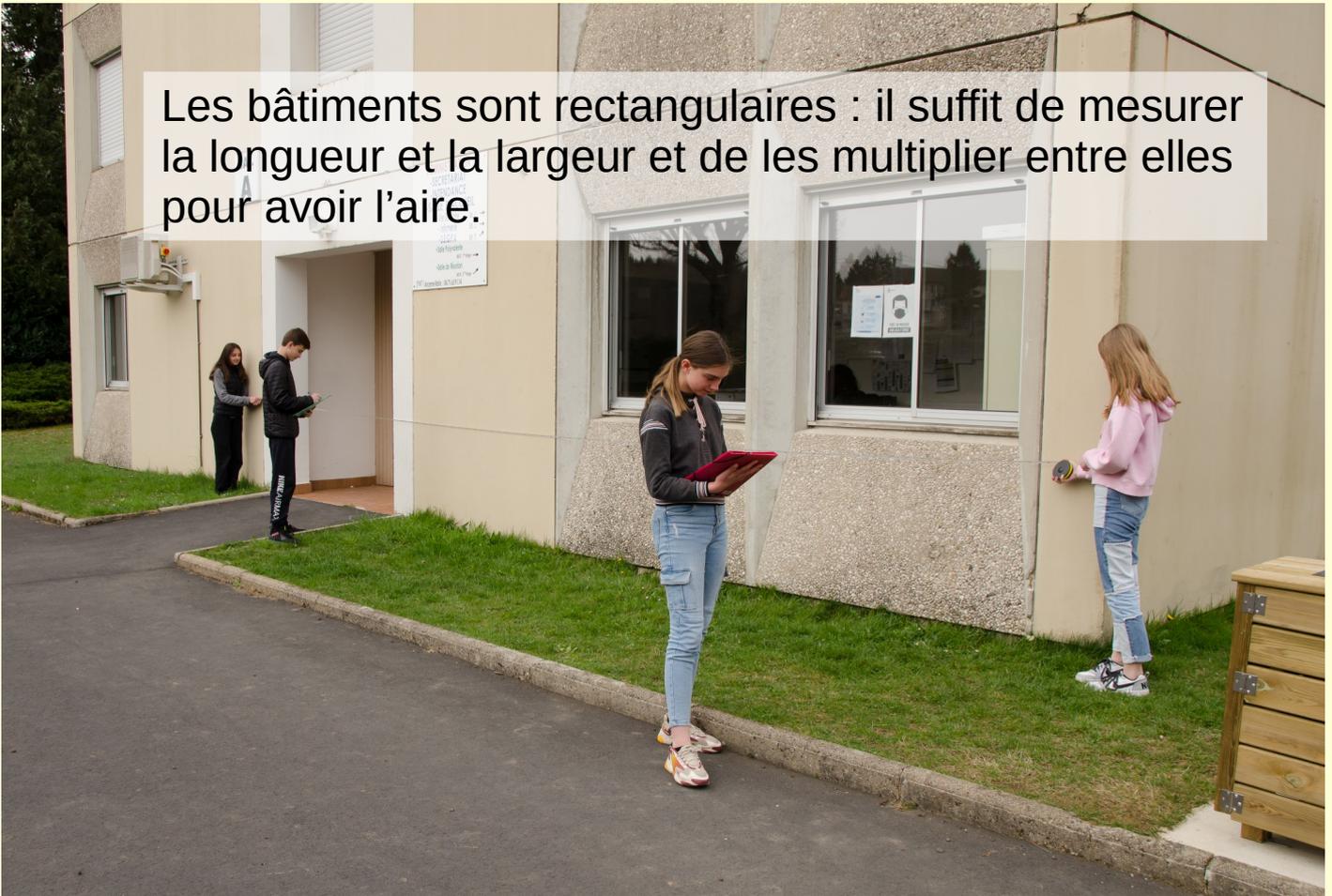
Panneaux solaires nécessaires

On divise notre consommation électrique par la production moyenne d'un panneau pour connaître la surface de panneaux nécessaires.



Moyenne = $2055727,3 \div 4 = 513931,825 \text{ Wh} \approx 514 \text{ kWh par an}$
Un panneau de 1 m^2 aurait produit en moyenne 514 kWh par an entre 2018 et 2021
Nombre de panneaux = $120570 \div 514 \approx 235$ panneaux à 1 m²
Il nous faudrait 235 m^2 de panneaux solaire pour produire notre électricité.

Surface du collège



$$S(\text{bat A}) = 14,63 \times 14,73 = 215,5 \text{ m}^2$$

$$S(\text{bat B}) = 23,13 \times 18,80 = 434,8 \text{ m}^2$$

$$S(\text{bat C}) = 22,33 \times 28,20 = 629,7 \text{ m}^2$$

$$S(\text{bat D}) = 15,81 \times 38,73 = 612,3 \text{ m}^2$$

$$S(\text{bat E}) = 12 \times 22,14 = 265,7 \text{ m}^2$$

Surface couverte par des panneaux



Vue satellite du collège du Lignon (données mesurées par les élèves).



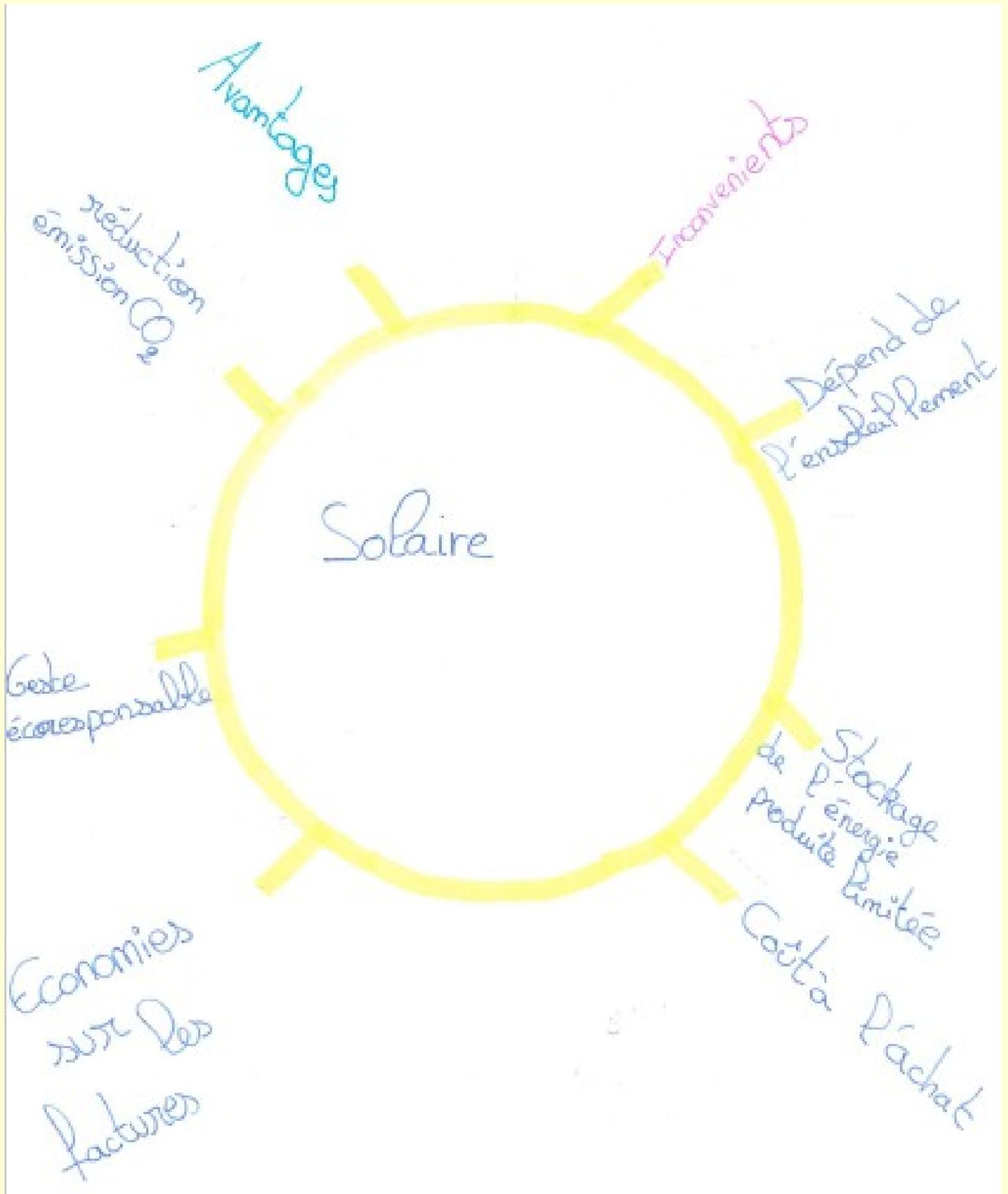
$$\text{Total Bâtiment} = 215,5 + 434,8 + 629,7 + 612,3 + 265,7 = 2158 \text{ m}^2$$

Les toits du collège représentent 2158 m^2

$$\text{Pourcentage couvert} = \frac{235}{2158} \times 100 \approx 11\%$$

On doit couvrir 11% des toits du collège pour produire l'électricité que nous consommons.

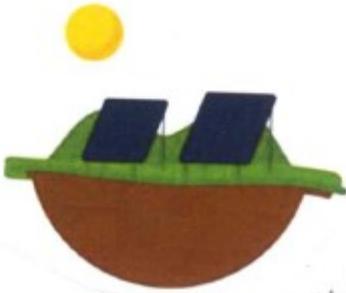
Avantages et limites du solaire



Bilan

12 000 € d'électricité par an

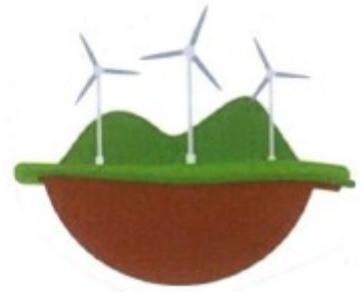
Soleil



Rendement d'un panneau: 11%

station météo

Vent



5 éoliennes

11% des toits
couverts

235 m² de panneaux

économie d'énergie



Conclusion

Ce projet a été l'occasion de travailler différemment. Il a surtout permis aux élèves de construire en majorité, et de manière progressive, les connaissances et compétences présentées dans ce dossier.

Après discussions et réflexion sur la manière formelle de présenter le projet, les cinquièmes sont tombés d'accord sur la création d'une bande dessinée scientifique dans laquelle ils se mettent en scène pour sensibiliser les lecteurs à la nécessité impérieuse des économies d'énergie.

Même si les données étaient importantes et certains calculs parfois difficiles, les élèves se sont impliqués avec enthousiasme et ferveur dans ce projet ambitieux.



Vous pouvez écouter quelques témoignages sonores d'élèves en suivant le lien :

<https://lignon-le-chambon.ent.auvergnerrhonealpes.fr/l-etablissement/actualites/quelle-est-l-energie-la-plus-pertinente-pour-produire-de-l-electricite-au-college--11276.htm>