



Activité : Détermination des ressources en eau de pluie récupérables au sein d'un établissement scolaire

Nicolas ORAND *Lycée Emile-Zola Aix-en-Provence*

Objectifs météo :

- Exploiter les données pluviométriques recueillies dans une station météorologique du réseau « Météo à l'École ».

Utilisation du réseau « Météo à l'École » : (Station du Lycée Émile Zola d'Aix-en-Provence , entre le 1^{er} novembre 2014 et le 07 juin 2015, données pluviométriques)

Niveau : seconde générale en enseignement d'exploration Méthodes Pratiques et Scientifiques (M.P.S.)

Durée : 1h 25

Matériel : ordinateur avec accès internet et logiciel tableur grapheur Excel®.

Mise en situation : Au cours de l'année 2014, l'établissement scolaire a utilisé un volume 5838 m³ d'eau du robinet. Cette consommation en eau importante et coûteuse à l'échelle de l'établissement, est liée à différentes utilisations : les sanitaires, l'arrosage des espaces verts, les laboratoires de chimie, les douches au gymnase, la laverie, la cantine et le nettoyage des bâtiments.

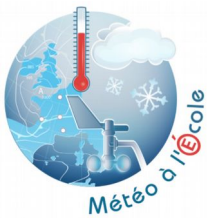
Le lycée dispose de nombreux bâtiments : salles de cours, logements de fonction, cantine, gymnase, terrasse et préaux, dont la surface pourrait être mise à profit pour récupérer de l'eau de pluie. 30 % de l'eau de pluie récupérée pourrait être utilisée sans traitement pour l'arrosage des espaces verts notamment.

Problématique : Quelles économies sur la facture en eau l'établissement aurait pu réaliser sur la période du 01 novembre 2014 au 07 juin 2015 ? Quel volume de stockage peut-on prévoir pour les différents bâtiments envisagés ?

Organisation du travail :

- Produire une démarche pour résoudre un problème scientifique.
- Travailler en autonomie par binôme.
- Utiliser un tableur pour réaliser des calculs numériques.
- Travailler avec un environnement numérique de travail.
- Le professeur joue le rôle d'accompagnateur en aidant les élèves.

L'analyse des données ainsi que la démarche suivie seront évaluées et nécessitent d'être correctement présentées. Il est aussi nécessaire d'apporter un regard critique sur le résultat trouvé et d'en discuter la validité.



Activité : Détermination des ressources en eau de pluie récupérables au sein d'un établissement scolaire

Recherche à mener : la liste des tâches à accomplir par les élèves peut se faire dans un ordre quelconque.

A partir de Géoportail® (<http://www.geoportail.gouv.fr/accueil>)

- Repérer le lycée sur une carte,
- Mesurer les surfaces des toitures, des préaux, des terrasses.

A partir du Fichier fourni Excel® ou tableur :

- Identifier, parmi toutes les mesures, la grandeur utile pour répondre à la problématique,
- Appréhender l'unité de la hauteur des précipitations (mm),
- Effectuer des sommes des valeurs pour la hauteur des précipitations (mm),
- Réaliser des conversions d'unité,
- Effectuer des calculs de volume avec le tableur.

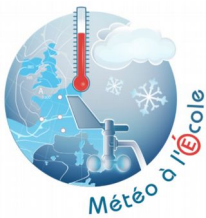
Documents utilisés :

Document	Commentaire / Exploitation du document
0. Vue aérienne du lycée Émile Zola d'Aix-en-Provence	Photo en vue aérienne du lycée Émile Zola, à utiliser lors de la mise en situation.
1. Tarif de l'eau dans la ville d'Aix-en-Provence	Document constitué d'un texte et d'un tableau qui informe sur les règles de facturation de l'eau potable consommée dans la ville d'Aix-en-Provence. L'élève met en œuvre la compétence « extraire et exploiter l'information », il doit associer l'information contenu dans l'introduction, afin de choisir la tarification adaptée à la consommation du lycée. L'objectif est d'évaluer l'économie financière qu'une récupération d'eau pourrait engendrer.
2. Kit récupération d'eau 6500 L, avec station de pilotage	Document constitué d'une image et de deux informations sur un système de récupérateur d'eau de pluie avec pompe électrique de surface. L'élève s'informe sur le dispositif commercial permettant de récupérer l'eau de pluie. Il extrait l'information sur le volume de récupération et apprend qu'il ne s'agit pas de rendre potable l'eau.
3. Fichier Excel® intitulé Elève_TOTAL_NOV_JUIN_2014_15.xlsx	Ce fichier contient toutes les mesures de la station météo du Lycée Émile Zola d'Aix-en-Provence du 01 novembre 2014 au 07 juin 2015. Le fichier Excel® répertorie les mesures de la station météorologique mensuellement dans des onglets. L'élève en exploitant ce document met en œuvre la



Activité : Détermination des ressources en eau de pluie récupérables au sein d'un établissement scolaire

	<p>compétence analyser et réaliser.</p> <ul style="list-style-type: none">- L'élève isole parmi plusieurs grandeurs mesurées, la grandeur utile pour répondre au problème (ici hauteur de précipitation).- L'élève s'informe de l'unité utilisée pour la hauteur de précipitation.- L'élève réalise des sommes de précipitations mensuelles et annuelles.
4. Site internet institutionnel Géoportail® et tutoriel d'utilisation	<p>L'élève consulte la vue aérienne du lycée pour évaluer les surfaces collectrices d'eau.</p> <p>L'élève met en œuvre la compétence « réaliser » en manipulant une relation de proportionnalité car la vue aérienne est à l'échelle.</p> <p>Le site Géoportail® est utilisé pour consulter la vue aérienne du lycée Émile Zola et réaliser les mesures des surfaces collectrices d'eau.</p> <p>Un tutoriel à la disposition des élèves décrit le protocole pour mesurer une surface à partir d'une vue aérienne.</p>



Activité : Détermination des ressources en eau de pluie récupérables au sein d'un établissement scolaire

Relations avec les programmes officiels

Compétences issues du programme de l'enseignement d'exploration Méthodes pratiques et scientifiques (M.P.S.)

- savoir utiliser et compléter ses connaissances ;
- s'informer, rechercher, extraire et organiser de l'information utile (écrite, orale, observable, numérique) ;
- raisonner, argumenter, pratiquer une démarche scientifique, démontrer ;
- communiquer à l'aide d'un langage et d'outils adaptés.

Compétences du Brevet Informatique Internet Lycée

- je sais choisir les services, matériels et logiciels adaptés à mes besoins ;
- je sais utiliser une plate-forme de travail de groupe ;
- je sais utiliser ou créer des formules pour traiter les données ;
- je sais publier un document numérique sur un espace approprié.

Compétences du socle commun palier 3

- extraire et organiser l'information utile ;
- reconnaître des situations de proportionnalité, utiliser des pourcentages, des tableaux, des graphiques ;
- Calculer des valeurs (volumes, vitesses,...), en utilisant différentes unités.



Activité : Détermination des ressources en eau de pluie récupérables au sein d'un établissement scolaire

Bilan élève (exemple) :

- Pour le Lycée Zola, les précipitations mensuelles (en mm) sont les suivantes :

nov	dec	janv	fev	mars	avril	Mai	juin
156,4	43,2	66,8	79,8	30,6	28,6	0,8	0

- Sur la période du 01 novembre 2014 au 07 juin 2015, les précipitations sont :

TOTAL EAU TOMBÉE (en mm)	TOTAL EAU TOMBÉE (en m)	TOTAL EAU TOMBÉE (en L.m ⁻²)
406,2	0,406	406

- Le volume total d'eau potentiellement récupérable sur cette période est de **4005,6 m³** ce qui représente environ **6,4 piscines** (25m x 2,0m x 12,5m).

Surface des toitures de chaque bâtiment		Volume d'eau récupérée sur chaque toiture (en m ³)			
gymnase	1995	809,97			
bat A	650	263,9			
bat B	737	299,222			
bat C	664	269,584			
bat D	1120	454,72			
bat F	1290	523,74			
cantine	990	401,94			
préau vélo	400	162,4			
préau	250	101,5			
logement	570	231,42			
terrasse	1200	487,2		volume eau de pluie récupérable (m ³)	4005,6
total surface (en m ²)	9866				

- La consommation annuelle du Lycée en eau est de 5883 m³. 30 % de cette consommation représente 1751 m³.
- Le coût de 1 m³ d'eau potable facturée est de 2,32€ (taxes et retraitement inclus)
- Ainsi l'économie réalisable serait de 4074 € par an.



Activité : Détermination des ressources en eau de pluie récupérables au sein d'un établissement scolaire

Est-ce rentable de se lancer dans cette récupération ?

Le prix d'une cuve de 6500 L est d'environ 4600 € sans compter les travaux d'installation (enfouissement). Si on souhaite équiper les 11 lieux susceptibles de récupérer de l'eau, il faudra dépenser 50 600 €, travaux exclus.

En équipant les 11 lieux, nous aurons ainsi une capacité de stockage de 71,50 m³, ce qui est peu au regard des 1751 m³ que l'on voudrait économiser. Si on envisage de consommer 1751 m³ d'eau de pluie avec une installation de 11 citernes, il faudra vider 24 fois chacune des citernes, ce qui semble peu crédible si on souhaite économiser 4000€ par an sur la facture d'eau.

Ensuite, les besoins en eau ne sont pas répartis équitablement sur l'année. La période d'arrosage s'effectue entre mai et septembre. Or durant cette période, en climat méditerranéen, c'est la période pendant laquelle il pleut le moins.

En conséquence, le projet ne semble pas rentable car il faudrait des capacités de stockage en eau plus importantes pour réaliser les économies voulues et cela à cause des ressources en eau et les besoins en eau qui ne sont pas équitablement répartis sur l'année. Pour rendre le projet viable, il faudrait diminuer le coût des citernes et s'assurer de leur longévité dans le temps.



Activité : Détermination des ressources en eau de pluie récupérables au sein d'un établissement scolaire



Notions construites et compétences développées :

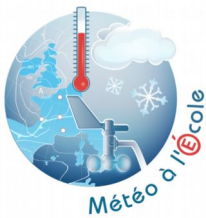
L'éducation au développement durable E.D.D. :

- Volume et répartition des précipitations sur l'année ;
- Ressource en eau récupérable au sein d'un établissement scolaire ;
- prix de l'eau consommée et de son traitement ;
- Consommation en eau d'un établissement scolaire.

Dans le cadre du thème « Météo » :

- Grandeur précipitation et son unité le millimètre.

Coups de pouce	
Comment déterminer le volume d'eau récupérable ?	<p>Pour déterminer le volume en eau qui aurait pu être récupéré du 1er novembre 2014 au 07 juin 2015 au sein du Lycée :</p> <ul style="list-style-type: none"> - Calculer une somme avec Excel® - Déterminer une surface à partir d'une vue aérienne issue du site Géoportail® - Calculer le volume d'un parallélépipède ayant pour hauteur celui des précipitations
Comment déterminer les économies réalisables ?	<ul style="list-style-type: none"> - À partir du calcul du volume récupérable, de la mise en situation (introduction de l'activité) et du document sur la tarification de l'eau en déduire les économies qui pourraient être réalisées - Les économies réalisées permettent-elles de financer et d'amortir des dispositifs de récupération d'eau
Comment calculer une somme avec Excel® ?	Le tutoriel Excel® explique la démarche à suivre pour réaliser une somme.
Comment mesurer une surface à partir d'une vue aérienne avec Géoportail® ?	Le tutoriel Géoportail® explique comment mesurer une surface à partir d'une image satellite.



Activité : Détermination des ressources en eau de pluie récupérables au sein d'un établissement scolaire



Perspectives d'exploitation / pour aller plus loin :

- *Utilisation des eaux de pluies et limites.*
- *Une activité expérimentale sur la récupération d'eau à partir d'un bidon et d'un entonnoir de diamètre de 25 cm (voir corrigé) et comparaison avec la hauteur de précipitation donnée par la station météorologique. Faire émerger la notion d'évapotranspiration.*
- *La notion de l'évapotranspiration peut être abordée pour envisager les conditions de stockage en eau optimale. Une activité expérimentale peut également être envisagée en prolongement de cette activité.*
- *L'étude du fonctionnement du pluviomètre à auget peut également être envisagé sur la manière dont sont effectuées les mesures de précipitation.*
- *L'étude de la grandeur Rain rate peut être aussi abordée pour préciser comment qualifier l'intensité des précipitations.*
- *Une activité analogue peut être construite sur la récupération de l'énergie solaire grâce à des cellules photovoltaïques.*

Activité : Détermination des ressources en eau de pluie récupérables au sein d'un établissement scolaire

Document 0. Lycée Zola Aix-en-Provence



Photographie disponible dans le dossier « Documents annexes »

Source : document image

Document 1. Tarif de l'eau dans la ville d'Aix-en-Provence

Lorsqu'on consomme de l'eau, la collectivité facture le volume d'eau consommé taxé à 5.5 % et l'assainissement de l'eau que l'on a consommé taxé à 7 %. Pour les gros consommateurs d'eau, il y a une tarification spécifique (voir tableau ci-dessous). En moyenne, un ménage consomme 120 m³ d'eau par an. Chaque usager doit payer un abonnement, celui-ci dépend du diamètre de la canalisation qui lui délivre l'eau. Un particulier paye environ 22€ par an (diamètre 15mm à 20 mm) alors qu'un établissement scolaire paye environ 525€ (diamètre 100 mm).

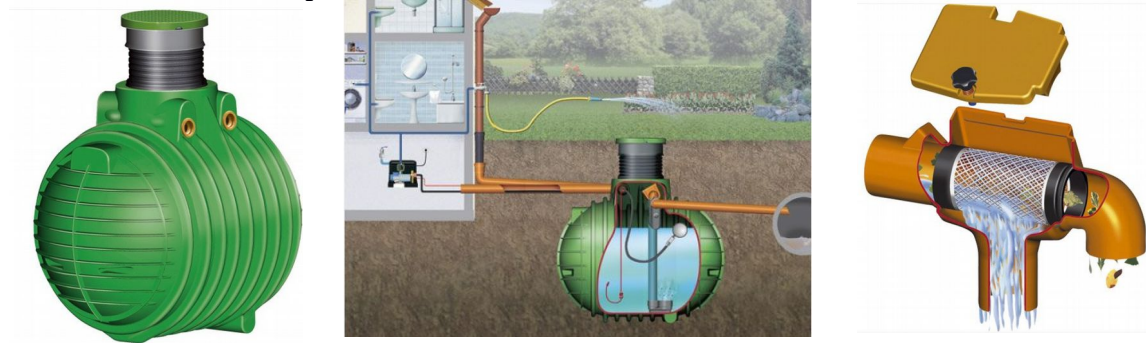
TRANCHES POUR LES TARIFS GROS CONSOmmATEURS	REDEVANCE ASSAINISSEMENT 2013	TARIF EAU 2013
	(€ HT/m ³)	(€ HT/m ³)
Jusqu'à 20 000 m ³ par semestre	0,985	1,206
de 20 001 à 50 000 m ³ par semestre	0,868	0,934
Au-delà de 50 000 m ³ par semestre	0,296	0,845

Source : COMPTABILITE-COMMUNALE-SERVICES-DE-LEAU-ET-DE-LASSAINISSEMENT-BUDGETS- -POUR-L'EXERCICE-2013-FIXATION-DU-PRIX-DE-VENTE-DE-LEAU-DE-LA-REDEVANCE-ASSAINISSEMENT-DES-TARIFS-DE-L'ABONNEMENT-ANNUEL

Activité : Détermination des ressources en eau de pluie récupérables au sein d'un établissement scolaire

Document 2. Kit récupération d'eau 6500 L, avec station de pilotage

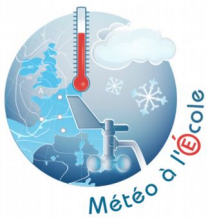
Récupérateur d'eau de pluie 6500 L avec pompe électrique de surface prix TTC = 4590 €



Document 3. Elève_total_nov_juin_2014_15

Un fichier Excel® intitulé Elève_TOTAL_NOV_JUIN_2014_15.xlsx disponible dans le dossier « Documents annexes » de l'environnement numérique de travail (E.N.T.).

Source : « Météo à l'École » - document Excel®



Activité : Détermination des ressources en eau de pluie récupérables au sein d'un établissement scolaire

Document 5. Site Géoportail® et tutoriel Géoportail®

Site internet Géoportail® disponible à l'adresse : <http://www.geoportail.gouv.fr/accueil>

Les coordonnées du lycée Émile Zola sont les suivantes :
av de l'arc de meyrans, 13090 Aix-en-Provence
Latitude : 43.5110
Longitude : 5.4595

Tutoriel d'utilisation du site Géoportail® disponible dans le dossier « Documents annexes »

Source :document Word®

Document 6. Tutoriel Excel® (somme et moyenne)

Tutoriel d'utilisation d'Excel® disponible dans le dossier « Documents annexes »

Source :document Word®

Document 7. Éléments de correction

Éléments de correction supplémentaires
disponible dans dossier « Documents annexes » :

- Fichier Excel® de l'enseignant : PROF_TOTAL_NOV_JUIN_2014_15.xlsx
- Calcul et correction : Éléments de correction.docx

Source :document Word®