

Leçon de
mathématiques
appliquées au projet
d'Education Relative à
l'Environnement (ERE)



Introduction :

Grâce aux subsides reçus dans le cadre du concours de projets sur l'Education Relative à l'Environnement (ERE), notre établissement va se voir doté d'une citerne de récupération des eaux de pluie.

L'eau récupérée proviendra du toit du bâtiment principal de notre école. Grâce aux gouttières, l'eau ruissellera vers la citerne qui se trouvera à une distance approximative de 70 mètres des serres.

A l'avenir, la section horticulture pourra donc arroser ses diverses plantations sans gaspiller l'eau de distribution. Par conséquent plusieurs sections de notre école vont bénéficier de cette action écologique : la section horticulture, évidemment, mais aussi la section hôtellerie-alimentation qui utilise les légumes de saison cultivés sur place et enfin la section travaux de magasin qui s'occupe de la vente des produits finis lors des récréations ou des journées portes ouvertes.

Nous allons étudier ensemble les économies que cette installation va concrètement permettre de réaliser.



Les serres de notre établissement, vues de l'intérieur.



Puisque le remplissage de la citerne dépendra d'une part de la surface du toit de notre école et d'autre part de la pluviométrie, nous allons étudier ces différentes données.

1. Calcul de la surface du toit :

En utilisant le plan original qui représente l'école à l'échelle $\frac{1}{100}$, relève les mesures dont tu as

besoin pour en calculer en la superficie.

Pour ce faire, tu as besoin de la formule d'aire d'un rectangle :

Rappels :

Aire du rectangle : Longueur x largeur

Sur le plan original, tu mesures en centimètres, la mesure réelle sera donc en mètres

Dimensions à l'échelle : centimètres

Dimensions réelles : mètres

X 100

Calculs :

Partie 1 : $14 \text{ cm} \times 18 \text{ cm} = 252 \text{ cm}^2$

Partie 2 : $7,5 \text{ cm} \times 13 \text{ cm} = 97,5 \text{ cm}^2$

Partie 3 : $16 \text{ cm} \times 7,5 \text{ cm} = 120 \text{ cm}^2$

Partie 4 : $8,5 \text{ cm} \times 2,5 \text{ cm} = 21,25 \text{ cm}^2$

Partie 5 : $16 \text{ cm} \times 12 \text{ cm} = 192 \text{ cm}^2$

Partie 6 : $11 \text{ cm} \times 22 \text{ cm} = 242 \text{ cm}^2$

Partie 7 : $25 \text{ cm} \times 23 \text{ cm} = 575 \text{ cm}^2$

Partie 8 : $8 \text{ cm} \times 33 \text{ cm} = 264 \text{ cm}^2$

Partie 9 : $11 \text{ cm} \times 34 \text{ cm} = 374 \text{ cm}^2$

Partie 10 : $7,5 \text{ cm} \times 27 \text{ cm} = 202,5 \text{ cm}^2$

Partie 11 : $9,5 \text{ cm} \times 17,5 \text{ cm} = 166,25 \text{ cm}^2$

Partie 12 : $7,5 \text{ cm} \times 20 \text{ cm} = 150 \text{ cm}^2$

Partie 13 : $3 \text{ cm} \times 5 \text{ cm} = 15 \text{ cm}^2$

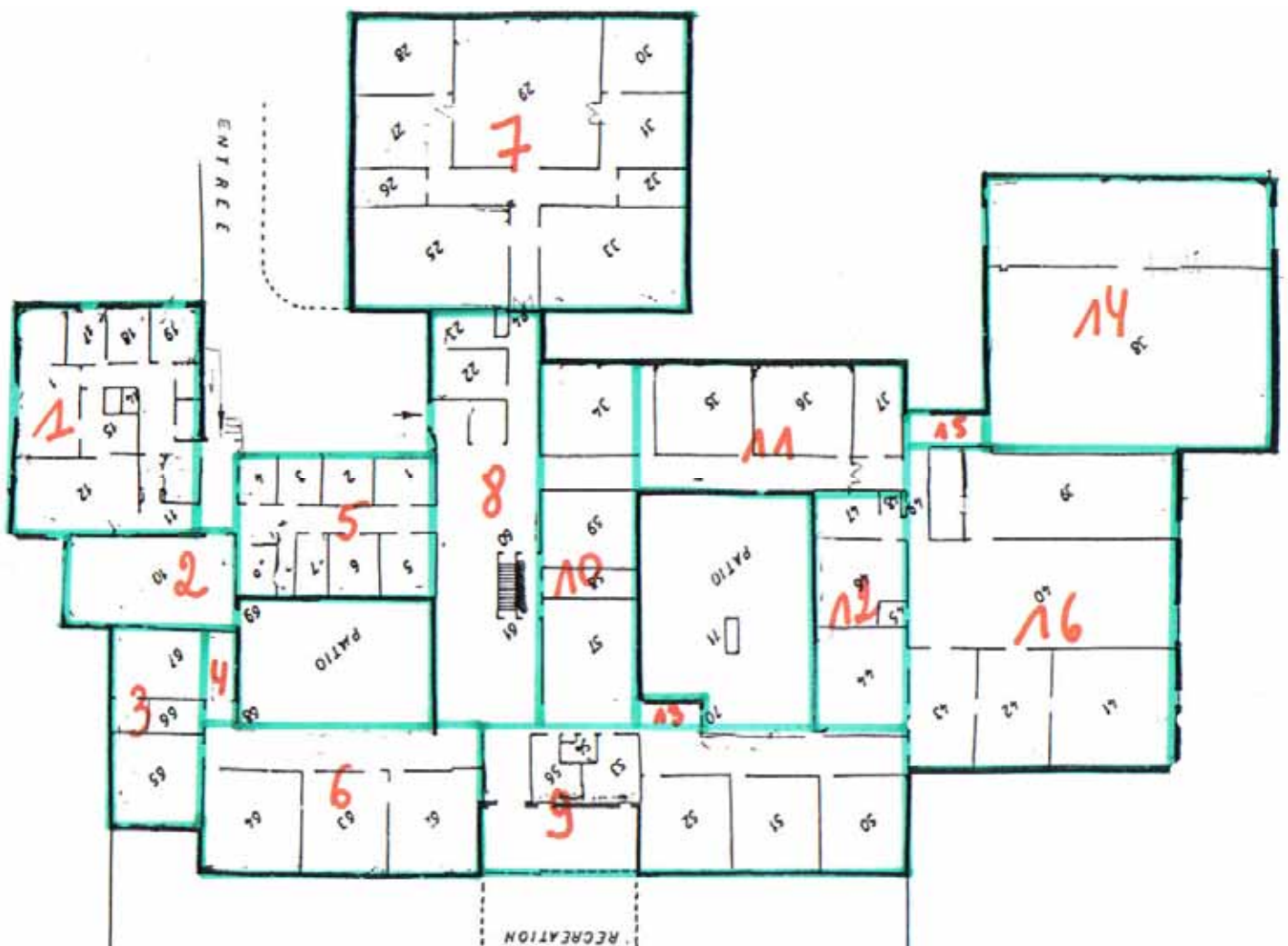
Partie 14 : $21 \text{ cm} \times 22 \text{ cm} = 462 \text{ cm}^2$

Partie 15 : $3 \text{ cm} \times 7 \text{ cm} = 21 \text{ cm}^2$

Partie 16 : $21,5 \text{ cm} \times 25 \text{ cm} = 537,5 \text{ cm}^2$

Surface totale : 3692 cm^2 à l'échelle, soient en réalité 3692 m^2 .

Surface totale du toit : 3692 m^2 .



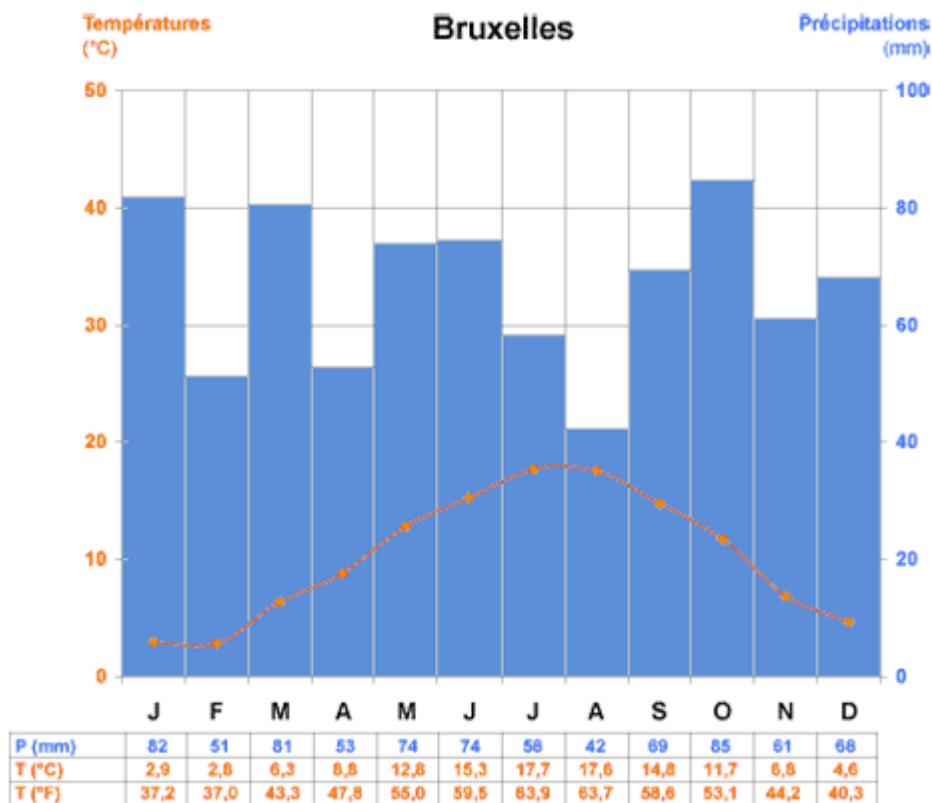
2. La pluviométrie :

Nous venons de calculer la surface totale du toit de notre établissement. Cependant, cette donnée seule ne nous permet pas de calculer le volume d'eau que nous allons récupérer.

Pour calculer le volume, en plus de la surface de la base nous avons besoin de la hauteur.

Dans notre situation, ce qui nous intéresse, c'est la hauteur des précipitations.

- La pluviométrie, c'est la mesure de la pluie. L'outil utilisé est le pluviomètre ou le pluviographe. La mesure utilisée est généralement le millimètre : un millimètre en pluviométrie correspond à une hauteur d'eau d'un millimètre. L'avantage de cette unité est qu'elle est indépendante de la surface (par exemple, un millimètre d'eau pour une surface d'un mètre carré équivaut à un litre d'eau)
- Consulte graphique pour connaître la pluviométrie belge moyenne mois par mois :



3. Le volume et la vitesse de récupération de l'eau :

Nous avons à présent tous les renseignements nécessaires pour calculer le volume d'eau récupéré mois par mois grâce à la citerne.

• Rappel :

Formule du volume : surface de la base X hauteur

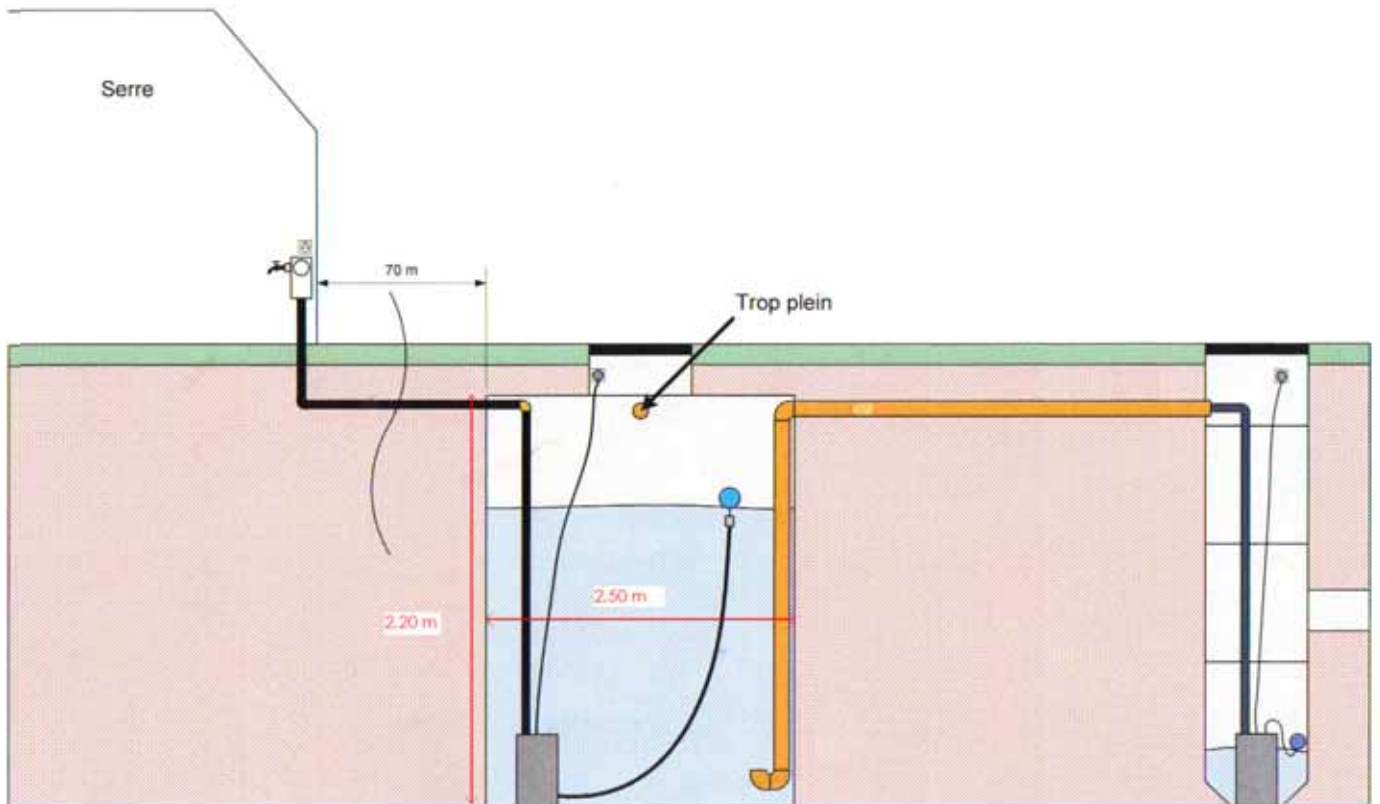
• Calculs :

En utilisant le graphique, calcule le volume d'eau récupéré en :

	Cumul :
Janvier : $3692 \text{ m}^2 \times 0,082 \text{ m} = 302,744 \text{ m}^3$	302,744 m ³
Février : $3692 \text{ m}^2 \times 0,051 \text{ m} = 188,292 \text{ m}^3$	491,036 m ³
Mars : $3692 \text{ m}^2 \times 0,081 \text{ m} = 299,052 \text{ m}^3$	790,088 m ³
Avril : $3692 \text{ m}^2 \times 0,053 \text{ m} = 195,676 \text{ m}^3$	985,764 m ³
Mai : $3692 \text{ m}^2 \times 0,074 \text{ m} = 273,208 \text{ m}^3$	1258,972 m ³
Juin : $3692 \text{ m}^2 \times 0,074 \text{ m} = 273,208 \text{ m}^3$	1532,18 m ³
Juillet : $3692 \text{ m}^2 \times 0,058 \text{ m} = 214,136 \text{ m}^3$	1746,316 m ³
Août : $3692 \text{ m}^2 \times 0,042 \text{ m} = 155,064 \text{ m}^3$	1901,38 m ³
Septembre : $3692 \text{ m}^2 \times 0,069 \text{ m} = 254,748 \text{ m}^3$	2156,128 m ³
Octobre : $3692 \text{ m}^2 \times 0,085 \text{ m} = 313,82 \text{ m}^3$	2469,948 m ³
Novembre : $3692 \text{ m}^2 \times 0,061 \text{ m} = 225,212 \text{ m}^3$	2695,16 m ³
Décembre : $3692 \text{ m}^2 \times 0,068 \text{ m} = 251,056 \text{ m}^3$	2946,216 m ³
Total en un an :	2946,216 m ³

Calcule la quantité d'eau moyenne récupérable par mois : $2946,216 \text{ m}^3 : 12 = 245,518 \text{ m}^3$

- Voici un schéma vu de profil de la citerne de récupération d'eau de pluie :



- Sachant que la citerne est de forme cylindrique, en observant le schéma, calcule son volume.

Formule du volume d'un cylindre : $\pi \times \text{rayon}^2 \times \text{hauteur}$

- Volume de la citerne : $\pi \times (2,25 \text{ m})^2 \times 2,2 \text{ m} = 10,799 \text{ m}^3$
- Connaissant, en moyenne, la quantité d'eau récupérée par mois, combien de fois pourra-t-on remplir entièrement la citerne mensuellement⁽¹⁾ ?
 $245,518 \text{ m}^3 : 10,799 \text{ m}^3 = 22$ fois en moyenne.

⁽¹⁾ Un système d'évacuation est prévu en cas de trop plein - voir schéma.

4. Consommation actuelle d'eau par la section horticulture et économies réalisables grâce à la citerne :

- ☉ Pour effectuer les calculs suivants, tu as besoin de connaître le débit du pommeau d'arrosage des serres. Effectue cette mesure à l'aide d'un seau de ménage de 10 litres, puis, par règle de trois, trouve le débit par heure :

Débit mesuré : 10 litres en 65 secondes

Règle de trois :

65 secondes → 10 litres

1 seconde → 0,154 litres

60 secondes (1 minute) → 9,231 litres donc pour 1 heure (60 minutes) → 553,846 litres

- ☉ A présent, en te basant sur les renseignements fournis par les professeurs d'horticulture, calcule la capacité d'eau que la section utilise par mois, par an.

Mois	Fréquence des arrosages
Septembre	Serre vitrée : une heure d'arrosage 3x par semaine Potager et couches : deux heures 3x par semaine
Octobre	Serre vitrée : une heure d'arrosage 3x par semaine Serre tunnel : une heure d'arrosage 3x par semaine
Novembre	Serre vitrée : deux heures d'arrosage 3X par semaine Serre tunnel : une heure d'arrosage 3x semaine
Décembre	Serre vitrée : deux heures d'arrosage 3X par semaine Serre tunnel : une heure d'arrosage 3x semaine
Janvier	Serre vitrée : deux heures d'arrosage 3X par semaine Serre tunnel : une heure d'arrosage 3x semaine
Février	Serre vitrée : trois heures d'arrosage 3X par semaine Serre tunnel : une heure d'arrosage 3X par semaine
Mars	Serre vitrée : trois heures d'arrosage 3x par semaine Serre tunnel et couches : deux heures d'arrosage 3x par semaine
Avril	Serre vitrée : quatre heures d'arrosage 5X par semaine Serre tunnel : quatre heures d'arrosage 5X par semaine Couche et potager : deux heures d'arrosage 3x par semaine
Mai	Serre vitrée : quatre heures d'arrosage 5X par semaine Serre tunnel : quatre heures d'arrosage 5X par semaine Couche et potager : deux heures d'arrosage 3x par semaine
Juin	Serre vitrée : quatre heures d'arrosage 5X par semaine Serre tunnel : quatre heures d'arrosage 5X par semaine Couche et potager : deux heures d'arrosage 3x par semaine

Calculs :

Mois	Nombre d'heures d'arrosage	Capacité d'eau utilisée
Septembre	$3h + 6h = 9 \text{ h/semaine} \times 4 = 36 \text{ h/mois}$	$553,846 \text{ litres} \times 36 = 19938,456 \text{ litres}$
Octobre	$3h + 3h = 6h/semaine \times 4 = 24 \text{ h/mois}$	$553,846 \text{ litres} \times 24 = 13292,304 \text{ litres}$
Novembre	$6h + 3h = 9h/semaine \times 4 = 36 \text{ h/mois}$	$553,846 \text{ litres} \times 36 = 19938,456 \text{ litres}$
Décembre	$6h + 3h = 9h/semaine \times 4 = 36h/mois$	$553,846 \text{ litres} \times 36 = 19938,456 \text{ litres}$
Janvier	$6h + 3h = 9h/semaine \times 4 = 36h/mois$	$553,846 \text{ litres} \times 36 = 19938,456 \text{ litres}$
Février	$9h + 3h = 12h/semaine \times 4 = 48h/mois$	$553,846 \text{ litres} \times 48 = 26584,608 \text{ litres}$
Mars	$9h + 6h = 15h/semaine \times 4 = 60 \text{ h/mois}$	$553,846 \text{ litres} \times 60 = 33230,76 \text{ litres}$
Avril	$20h + 20h + 6h = 46h/sem \times 4 = 184h/mois$	$553,846 \text{ litres} \times 184 = 101907,664 \text{ litres}$
Mai	$20h + 20h + 6h = 46h/sem \times 4 = 184h/mois$	$553,846 \text{ litres} \times 184 = 101907,664 \text{ litres}$
Juin	$20h + 20h + 6h = 46h/sem \times 4 = 184h/mois$	$553,846 \text{ litres} \times 184 = 101907,664 \text{ litres}$
	<p>Capacité annuelle totale :</p> <p>= économie d'eau annuelle pour l'école</p>	<p>458584,4896 litres</p> <p>= 458,584 m³</p>



Les serres de notre établissement, vues de l'extérieur.

- Observe le schéma suivant, qui représente l'historique de la consommation annuelle en eau de notre établissement :



Facture du 09.02.2010

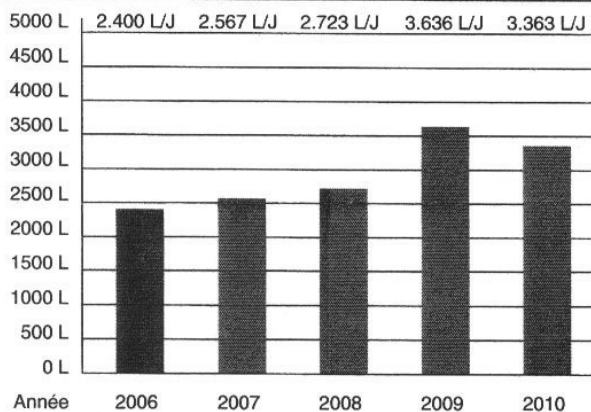
Document n° 211000686174

Date échéance : 24.02.2010

Conditions générales de fourniture

Les conditions générales sont fixées par le Décret du 27 mai 2004 relatif au Livre II du Code de l'Environnement constituant le Code de l'Eau et par l'Arrêté du 3 mars 2005 relatif au Code de l'Eau. Cette réglementation est disponible sur notre site internet www.swde.be.

Historique de la consommation facturée



Détail de votre historique de consommation			
du	au	consom. (m³)	nbre jours
26.01.2005	20.01.2006	864	360
21.01.2006	22.01.2007	942	367
23.01.2007	05.02.2008	1.032	379
06.02.2008	10.02.2009	1.349	371
11.02.2009	09.02.2010	1.224	364

- En te basant sur les données relatives à l'année 2008⁽²⁾, calcule quelle sera la consommation d'eau de notre établissement après installation de la citerne :
 $1032 \text{ m}^3 - 458,584 \text{ m}^3 = 573,416 \text{ m}^3$, soit une réduction de moitié !
- Connaissant les informations suivantes :

Coût de distribution de l'eau : 2,1036 €/m³
 Coût de l'assainissement de l'eau : 1,3080 €/m³

Calcule le montant en € de l'économie réalisable grâce à l'installation de la citerne :

Coût de distribution de l'eau : $2,1036 \text{ €} \times 458,584 = 964,68 \text{ €}$

Coût de l'assainissement de l'eau : $1,3080 \text{ €} \times 458,584 = 599,83 \text{ €}$

Economie : $599,83 \text{ €} + 964,68 \text{ €} = 1564,51 \text{ € HTVA}$

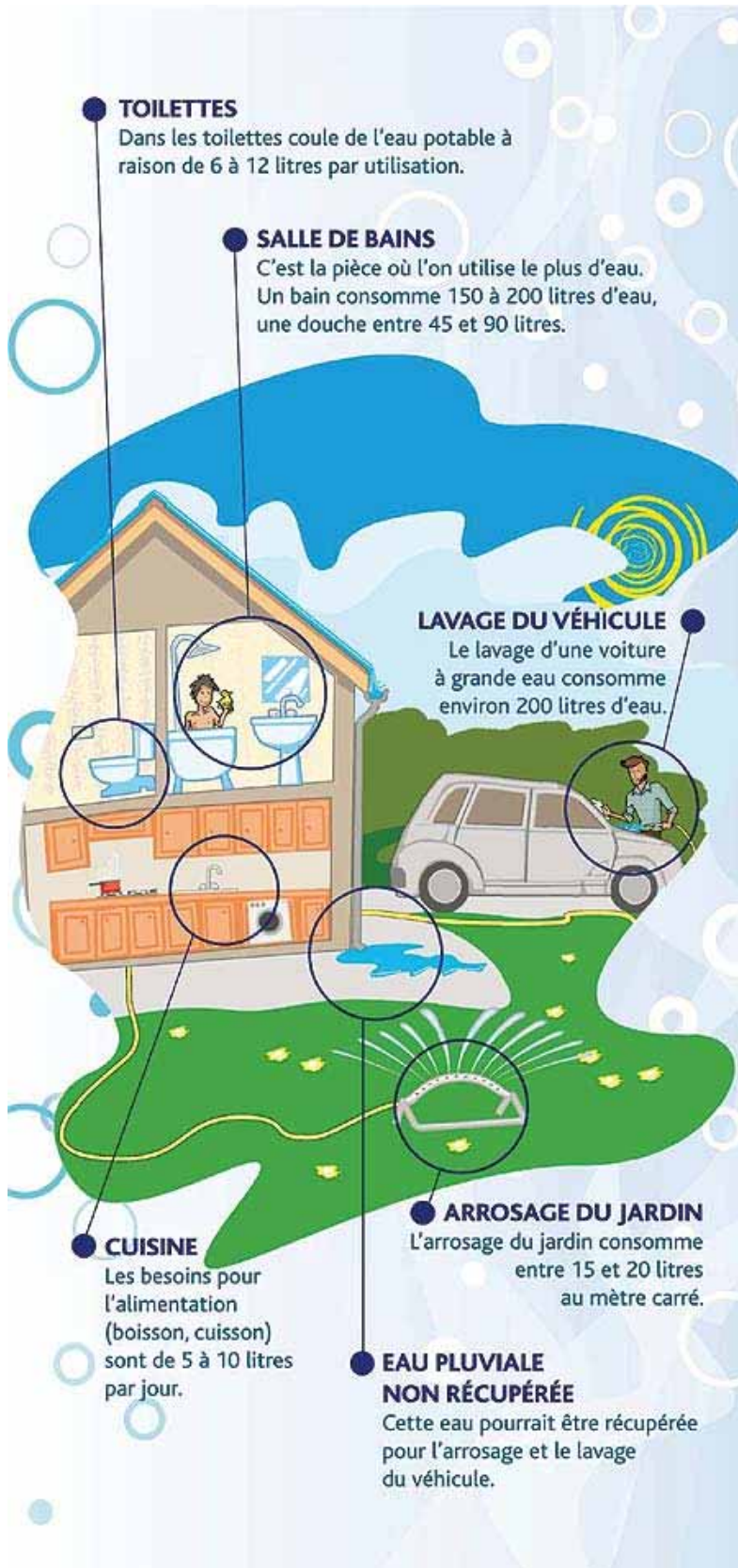
⁽²⁾ A partir de 2009, une fuite, encore non localisée, fausse la consommation réelle.

5. Economies domestiques réalisables :

- Nous avons calculé les économies que permet l'installation d'une citerne de récupération d'eau de pluie au sein d'un établissement scolaire, cependant pour que cela soit plus réaliste, nous allons effectuer les mêmes calculs à l'échelle de la consommation d'un ménage.



- En imaginant que l'on utilise l'eau de la citerne à des fins non alimentaires, observe le schéma de la page suivante pour calculer la quantité d'eau que l'on pourrait économiser en moyenne au sein d'une famille de 4 personnes par jour, puis par an :



Les toilettes :

4 utilisations/jour/personne :

Consommation/jour : $9l \times 4 \times 4 = 144$ litres

Par an : $144 l \times 365 = 52560$ litres

La salle de bain :

1 douche/jour/personne :

Consommation/jour : $67 l \times 4 = 268$ litres

Par an : $268 l \times 365 = 97820$ litres

Lavage du véhicule :

2 lavages par mois :

Consommation par an : $200 l \times 2 \times 12 = 4800$ litres

Arrosage du jardin :

En moyenne $20 m^3$ par an = 20000 litres

Total pour une année : 175180 litres soient $175,18 m^3$.

En utilisant les informations relatives au prix de l'eau données ci-avant, calcule l'économie que pourrait réaliser une famille en utilisant l'eau de récupération :

Coût de distribution de l'eau : $2,1036 \text{ €} \times 175,18 = 368,51 \text{ €}$

Coût de l'assainissement de l'eau : $1,3080 \text{ €} \times 175,18 = 229,14 \text{ €}$

Economie : 597,65 € HTVA

Références bibliographiques

Ouvrages spécifiques :

- X. Roegiers, *Lexique mathématique de base*, éditions De Boeck, p.37.

Documents :

- Ministère de l'éducation nationale, Vue en plan de l'E.E.S.S.C.F. Amay – rez-de-chaussée.
- Facture d'eau de l'E.E.S.S.C.F. Amay, 02/2010.
- Schéma de la citerne, projet : Gestion des eaux- alimentation serre ; réalisé par Lastron sprl.

Sites Internet :

- Administration générale de l'Enseignement et de la Recherche scientifique, *Education relative à l'environnement - lauréats du concours 2009-2010*
URL : <http://www.enseignement.be/index.php?page=26171> (Image en p. 1)
- Wikipédia, l'encyclopédie libre, *Pluviométrie*
URL : <http://fr.wikipedia.org/wiki/Pluviom%C3%A9trie> (définition de la pluviométrie en p.4)
- Interex, *Fiches-pays>données générales>Belgique*
URL : <http://www.interex.fr/fr/fiches-pays/belgique/donnees-generales> (Tableau de la pluviométrie belge en p.4)
- eco.PLOMBERIE, *La récupération des eaux de pluies*
URL : http://www.energies-renouvelables-var.fr/eau_de_pluie.html (la citerne domestique en p.10)
- JECONOMISELEAU, *Particuliers>Economies par usage*
URL : http://www.jeconomiseleau.org/douche_bain.html (informations sur la consommation domestique d'eau p.11)
- Conseil général Loire en Rhône-Alpes, *Economiser l'eau potable*
URL : http://www.loire.fr/display.jsp?id=ci_528739 (la consommation domestique de l'eau en p.11)
- Le Chêneux, *Des mains pour demain* (photos des serres en p.1)
URL : <http://www.lecheneux.be/index.shtml>

Table des matières

Introduction	1
6. Calcul de la surface du toit	2
7. La pluviométrie	4
8. Le volume et la vitesse de récupération de l'eau	5
9. Consommation actuelle d'eau par la section horticulture et économies réalisables grâce à la citerne	7
10. Economies domestiques réalisables	10
Références bibliographiques	12

Remarque : les parties de texte en bleu foncé sont à compléter par les élèves.