IFP School – Programme Energie et Procédés

Rapport du Projet Eau

Elèves

ANDRIEU Antoine
AWEDISSIAN Robert Raffi
DIABATE Moussa
DIAKITE Oumar
DIALLO Algassimou
FERNANDO José

Encadrants

BOSSANNE Denis
BOURGEON Stéphane
SALESSY Laetitia

Introduction

Le réseau d'eau est aujourd'hui dimensionné pour subvenir aux besoins en eau de nos maisons. L'eau fournie dans le réseau est potable qui a donc subi un traitement qui requiert parfois une quantité importante d'énergie.
En se basant sur ces informations, nous avons cherché à améliorer la plomberie de nos habitations pour augmenter la récupération d'eau et ainsi réduire le traitement de l'eau. Le projet présenté dans ce rapport s'adresse à un élève de l'IFP School qui représente en réalité tous les Français qui s'intéressent aux moyens de diminuer leur gaspillage d'eau au quotidien sans changer leurs habitudes de vie.

1. Présentation de la technologie

Notre technologie est tout d'abord applicable aux eaux de douches. L'idée est de récupérer l'eau froide de la douche due au temps de latence pour chauffer l'eau.

Quand le robinet est ouvert pour demander de l'eau chaude, l'utilisateur doit attendre un certain temps pour l'obtenir. Ce temps d'attente produit un certain volume d'eau froide. Dans les bâtiments d'aujourd'hui, cette eau va directement rejoindre le réseau des eaux usées et est ensuite traitée pour pouvoir être restituée à l'environnement ce qui nécessite de l'énergie.

Notre objectif comme entreprise est de créer un système de récupération de cette eau puis de la stocker dans un bac approprié au sein de la maison pour pouvoir l'utiliser ensuite comme eau sanitaire. La figure 2 représente un schéma de notre installation.

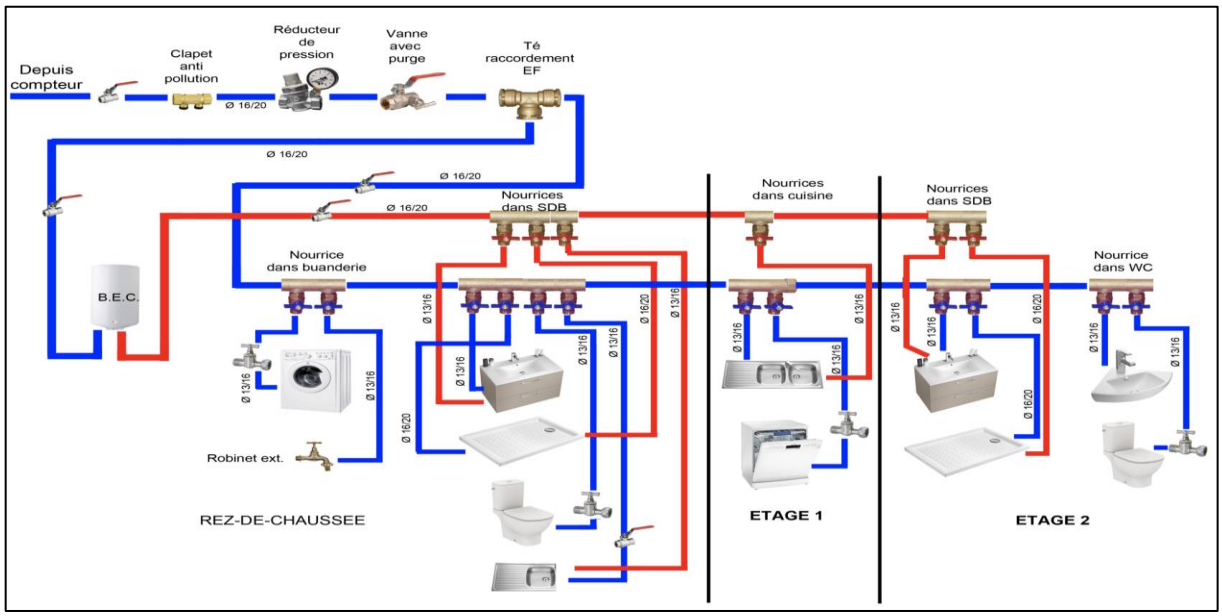

Figure 1.Réseau d'eau.

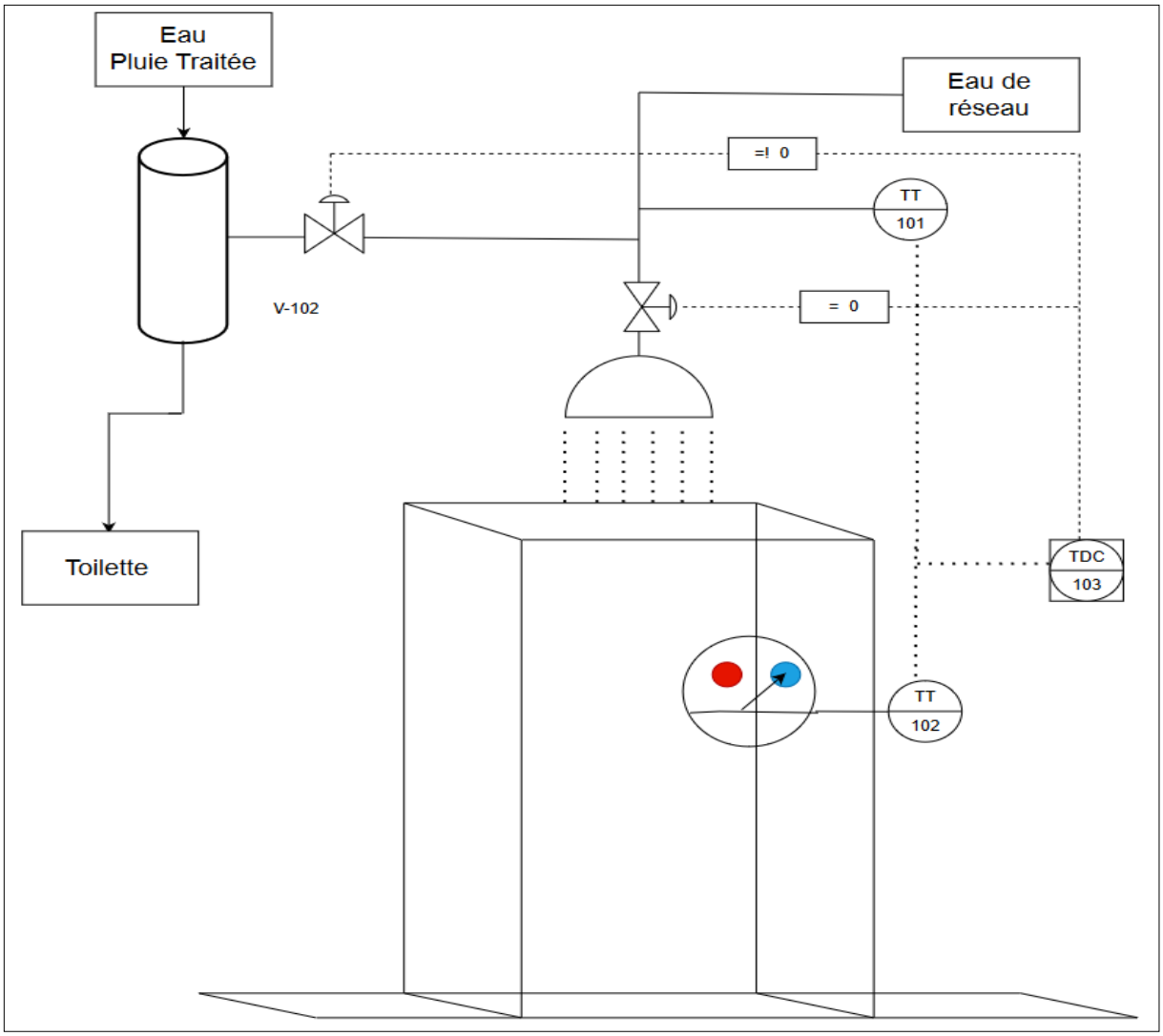

Figure 2. Schéma de fonctionnement du système.

Le principe de la technologie est simple. Lorsque l'utilisateur arrive dans la douche, il tourne le robinet pour choisir une température. L'information est transmise par le TT102 et est comparée à la température d'eau arrivant dans la douche et mesurée par le thermomètre TT101. Tant que la différence de température est n'est pas nulle et que l'eau arrivant dans la douche n'est pas chaude, le contrôleur TDC103 ouvre la vanne V-102 et ferme la vanne menant à la douche. L'eau froide est donc menée à la citerne de stockage. Lorsque l'eau est chauffée, la différence de température devient nulle et la vanne V-102 va se fermer alors que la vanne menant à la douche va s'ouvrir. L'utilisateur va alors pouvoir prendre sa douche avec de l'eau chaude directement.

2. Calculs économiques

Tout d'abord, on démontre l'intérêt de ce projet en faisant un calcul sur la quantité d'eau nécessaire par jour pour un échantillon de 3 000 000 de maisons soit 10% des maisons françaises.

Tableau 1. Quantité d'eau utilisée.

Estimation eau utilisée	
	valeur
Débit (l/m)	9
Temps (m)	10
Volume dépensé (l)	90
Nombre de maisons	3000000
Nombre de personnes par famille	2,3
Nombre de douche/jour/personne	2
Volume totale (l/jour)	1,24E+09

En deuxième lieu, nous calculons le temps de latence pour élever la température de l'eau dans la douche de 10°C avec une puissance moyenne de 2 kW. On trouve un temps de latence de 3,135 secondes pour un débit de 9 L/minute. Ce temps de latence correspond à un volume de 0,47025L d'eau.

Tableau 2. Volume d'eau récupéré pendant le temps de latence.

Temps de latence	
Capacité thermique eau (kJ/kg.°C)	4,18
Puissance de chauffe (kW)	2
Débit (l/m)	9
Débit (kg/s)	0,15
DeltaT eau (°C)	10
Temps de latence (s)	3,135
Volume récupéré (l)	0,47025

Puis nous appliquons ce calcul à l'échantillon de 3 000 000 de maisons. Au total il est possible de récupérer un volume total de 6489,45 m3/jour.

Tableau 3. Volume d'eau de douche récupéré par rapport à la population estimée.

Estimation d'eau économisée	
Volume récupéré (l)	0,47025
Nombre de maisons	3000000
Nombre de personne par famille	2,3
Nombre de douche/jour/personne	2
Volume total (l/jour)	6489450,00
Volume total (l/an/Foyer)	789,55
Volume total (m3/jour)	6489,45

Le volume calculé nous a paru intéressant à grande échelle, cependant pour un seul foyer notre technologie permet de récupérer seulement 2 litres d'eau par jour en moyenne. C'est pour cela que nous avons aussi décidé de récupérer l'eau de pluie grâce au toit des maisons et de rediriger cette eau vers la citerne de stockage. Les calculs suivants ont permis de déterminer que l'on peut récupérer 14,9L d'eau de pluie par jour en moyenne sur un toit moyen français. La formule utilisée est donnée sous le tableau.

Tableau 4. Quantité d'eau de pluie récupérée par an pour la population estimée.

Estimation eau pluie récupérée		
	valeur	
Pluviométrie annuelle P (L/m2)	71	
Surface de collecte S (m2)	100	
Taux de récupération T	0,85	Toit en tuile ou en ardoise
Rendement pré-filtres R	0,9	Filtre en ligne intégré dans la descente d'eau
Coefficient de pente et orientation O	1	
Quantité eau récupérée par maison Q (L/an)	5431,5	
Quantité eau récupérée par maison Q (L/jour)	14,88	
Nombre de maisons	3000000	
Quantité eau récupérée totale Q' (m3/an)	16294500	

$$Q = P \times S \times T \times R \times O$$

Nous avons poussé le projet plus loin avec une analyse économique pour connaître l'intérêt économique du projet.
En supposant 0,1€ par litre d'eau traité, chaque foyer parmi l'échantillon de 3 000 000 de maisons économiserait 622,10€ par an.

Tableau 5. Économies réalisées par foyer et par an.

Calcul économique	
	valeur
Euros par litre d'eau (€)	0,1
Volume totale (l/jour)	51131915,75
Economie (€/jour) en France	5113191,58
Nombre de maisons	3000000
Economie (€/jour/Foyer)	1,70
Economie (€/an/Foyer)	622,10

Pour valider nos calculs économiques, nous avons calculé autrement, cette fois-ci, en économisant l'énergie dépensée. En faisant l'hypothèse, coût de 0,44 kWh par litre d'eau potable traité, avec un coût d'électricité de 0,2228 €/ kWh, on retrouve la valeur économisée par foyer pendant un an.

Tableau 6. Économies réalisées par foyer et par an par une autre méthode.

Gain energétique	
	valeur
Energie de production (kWh/l)	0,44
Volume totale (l/jour)	51131915,75
Energie totale en France (kWh/jour)	22498042,93
Energie totale (kWh/jour/Foyer)	7,499347644
Energie totale (kWh/an/Foyer)	2737,26
Coût EDF (€/kWh)	0,2228
Economie (€/an/Foyer)	609,86

Pour connaître le prix de notre projet, une estimation a été réalisée. Cette estimation a été majorée de 20% pour s'assurer une marge de sécurité. L'estimation comprend le prix de deux vannes de régulation, un contrôleur, une citerne de 100L, un thermomètre, les tuyauteries supplémentaires à installer et la main d'œuvre pour installer la technologie. Le prix estimé dans les calculs suivants est de 3300€ par maison.

Tableau 7. Coût d'installation du système pour un foyer.

Technologies du système		
		Prix (€)
Citerne	100L	100
Deux vannes		600
Contrôleur PID		200
Thermomètre		150
Tuyauterie		600
Main d'œuvre		1100
TOTAL		3300

3. Subvention de l'État

Après réflexion, nous nous sommes rendu compte que le projet ne serait peut-être pas économiquement attractif pour des particuliers, nous avons donc décidé d'inscrire notre projet dans le cadre du « Plan d'action pour une gestion résiliente et concertée de l'eau » du gouvernement français. Ce plan d'un budget de plusieurs milliards d'euros comprend 53 mesures et a été présenté en juin 2023. Notre technologie pourrait rentrer dans le volet des 10% d'économie d'eau d'ici 2030.

L'idée serait donc que les foyers qui souhaitent actuellement utiliser notre technologie pour diminuer leur consommation d'eau du réseau puissent faire une demande de subvention auprès de l'état pour que 50% de l'installation soit prise en charge. L'argent de ces subventions proviendrait du budget alloué au « Plan Eau » du gouvernement. Il resterait donc à la charge des particuliers environ 1500€ à payer.
Aussi pour accélérer la mise en place de notre technologie, l'idée serait de travailler avec le gouvernement pour faire voter un amendement au parlement rendant obligatoire l'intégration de notre technologie ou de technologies concurrentes dans les nouveaux logements.

Avec cette subvention de l'État, les particuliers seraient plus enclins à installer une technologie de récupération d'eau de douche et de pluie dans leur habitation. C'est aussi positif pour le gouvernement car il pourra atteindre plus rapidement les objectifs d'économie d'eau du « Plan Eau ».

Conclusion

Pour conclure, notre projet est novateur car il permet tout d'abord une amélioration des systèmes de douche associé à un système de récupération de l'eau de pluie.
En ajoutant ces deux systèmes, si l'État investit 50% en subvention, l'équivalent de 4,95 milliards d'euros sur notre projet, au bout de 3 ans chaque particulier peut rembourser la totalité du système et commencer à faire des économies.
Ce projet permet d'avoir une France beaucoup plus responsable et une France qui s'inscrit dans sa ligne de réduction de la consommation des ressources hydriques.