

Systeme de gestion d'une citerne de récupération des eaux de pluies



Système de gestion d'une citerne de récupération des eaux de pluies

1. Mise en situation

Le contexte

L'eau distribuée en France augmente de manière forte et continue : +38% entre 1995 et 2005 et la même augmentation est prévue pour la période 2005-2015. Par ailleurs, l'inéluctable changement climatique va entraîner des étés de plus en plus secs.

Avoir une source d'approvisionnement alternative va donc représenter un avantage financier de plus en plus important et seule une citerne de taille suffisante vous permettra de stocker de l'eau avant les sécheresses estivales.

L'installation d'une cuve de récupération d'eaux de pluie est une alternative intéressante aux puits.

La qualité de l'eau de pluie issue d'une citerne est généralement plus sûre que celle provenant de la nappe phréatique sous votre logement. L'eau de pluie est idéale pour l'arrosage et plus encore ...

De plus l'installation d'une telle cuve est une opération « civique » dans la mesure où elle fera office de rétention d'eau pendant les gros orages et participera à la limitation des inondations.

Si les citernes d'eau de pluie sont devenues obligatoires pour les constructions neuves en Belgique, la technique est encore confidentielle en France ... il faut dire que cela représente un manque à gagner pour les agences de distribution de l'eau (qui sont des sociétés puissantes, devenues pour certaines des multinationales) ainsi que pour les sociétés de traitement de l'eau (qui sont souvent les mêmes).

Voici des consommations typiques pour une famille de 4 personnes :

WC économe	30 m ³ /an
WC standard	60 m ³ /an
Machine à laver classe A	11 m ³ /an
Machine à laver classe C	18 m ³ /an

Système de gestion d'une citerne de récupération des eaux de pluies

Où et quand installer une telle cuve ?

L'abri de la chaleur et de la lumière évite d'exposer l'eau de pluie à un risque de contamination bactériologique. Il est donc impératif d'enterrer la cuve à eaux de pluie.



Est-ce que la cuve va se remplir vite ?

Consultez les données météorologiques pour connaître les précipitations moyennes sur votre région. Un tableau des moyennes mensuelles sur les trente dernières années pour les principales villes de France est donné dans le Quid. Des données des cinq dernières années sont disponibles par Météo France. Pour un toit d'une surface de 100m^2 , une précipitation de 10mm (soit 0,01m) va remplir votre cuve de $0,01 \times 100 = 1\text{ m}^3$.

Toujours pour un toit de 100m^2 , une moyenne mensuelle de 55 mm de précipitations doit permettre de couvrir la quasi-totalité de vos besoins si vos WC et machine à laver sont relativement économes.

Système de gestion d'une citerne de récupération des eaux de pluies

La plomberie

Pour l'alimentation des WC et de la machine à laver, il s'agit de pouvoir basculer sur le réseau d'eau de ville si la cuve est vide par exemple.

La Direction Départementale de l'Action Sanitaire et Sociale impose de **prévenir la pollution accidentelle du réseau public par retour d'eau.**



Faut-il utiliser l'eau de pluie pour un usage sanitaire ?

- le point de vue d'ingénieurs d'une Direction Départementale d'Action Sanitaire et Sociale (DDASS) :

L'utilisation des eaux pluviales dans l'habitat présente certains risques sanitaires liés à la contamination microbologique. Elle dépend des souillures du toit par des déjections animales, du stockage dans des citernes dans l'attente de réutilisation. La qualité physico-chimique dépend de l'environnement, de la qualité de l'air, du climat et la nature de la toiture. L'eau de pluie récupérée peut ainsi contenir des métaux (cuivre, zinc, plomb) voire des pesticides.

Système de gestion d'une citerne de récupération des eaux de pluies

La maîtrise des risques sanitaires exige que la réutilisation des eaux pluviales soit réservée à certains usages : alimentation en eau des chasses d'eau, arrosage des espaces vert, lavage du linge.

- le point de vue la DGS (Direction Générale de la Santé) : *dans le cas de cuves béton, utilisez des cuves revêtues pour éviter le risque de développement microbien.*
- le point de vue du chercheur Joseph Orszagh :

L'analyse chimique montre que les qualités physico-chimiques de l'eau de pluie sont cependant de loin supérieures à celles de la plupart des eaux captées dans les sous-sol ou dans les rivières.

L'eau d'une citerne bien gérée est bien moins dangereuse pour la santé que celle de la Mer du Nord ou de n'importe quelle eau naturelle de baignade.

Vouloir vivre dans un milieu aseptisé, désinfecté, vouloir consommer des aliments stérilisés finit par déprimer le système immunitaire faute de sollicitations quotidiennes.

Il faut savoir qu'une eau de pluie captée hors des zones industrielles et urbaines est généralement plus pure et plus sûre qu'une eau issue d'un puit, d'une source voire même que l'eau du réseau public. Elle est en effet exempte de tous produits chimiques (herbicides, pesticides, nitrates, métaux lourds) et exempte de bactéries pathogènes (matières fécales, etc).

Cette eau presque parfaite devra subir un minimum de traitement avant d'être distribuée et utilisée.

Ce dont on peut être sûr :

L'usage de l'eau de pluie pour la lessive notamment permet d'économiser 50% de lessive, car cette eau est non calcaire. Elle prolonge la durée de vie de la machine à laver et dans le cas d'un usage sanitaire, elle est plus douce pour la peau.

Par ailleurs, si la DDASS signale les risques sanitaires sur l'eau de pluie, l'Institut français de l'environnement (IFEN) indiquait en 2001 que 159 types de pesticides avaient été repérés dans les eaux de surface et 144 dans les eaux souterraines.

Système de gestion d'une citerne de récupération des eaux de pluies

Force est de constater que l'eau du robinet est loin de la perfection et qu'elle est très souvent remplacée par de l'eau minérale pour la boisson.

Pour un usage sanitaire en eau froide seulement.

Cet usage n'est pas possible car la séparation des réseaux interdit d'alimenter un robinet mitigeur avec de l'eau froide "de pluie" et de l'eau chaude "de ville".

Pour un usage sanitaire eau-froide + eau chaude dans le cadre d'une famille

L'eau de pluie alimente alors toute la maison, chauffe-eau compris. Deux filtres en série sont alors nécessaires.

- un premier filtre avec cartouche lavable à 20 microns sert d'anti-boue
- un second filtre en aval avec cartouche tissée à 10 microns permet d'éliminer les dernières impuretés physiques de l'eau (résidus de végétaux et poussières du toit).

Suite à cette filtration l'eau sera distribuée vers machine à laver, WC, chauffe-eau et vers tous les points d'eau : éviers, lavabos, douche, bain, WC.

Problèmes pouvant survenir

Si la flore bactérienne (dûes aux poussières du toit, etc) se développe trop, de mauvaises odeurs peuvent survenir. Pour prévenir cela, il est conseillé d'aérer l'eau car l'oxygène empêche le développement des bactéries.

Une solution généralement préconisée est de placer au fond de la citerne un disperseur de bulles d'aquarium (qui pourra être mis en marche à heures fixes à l'aide d'un programmateur).

Cette solution est recommandée dans le cas d'un usage sanitaire de l'eau de pluie. Tous les cinq ans, à titre préventif, il convient d'aspirer le fond de la citerne à l'aide d'une pompe amovible.

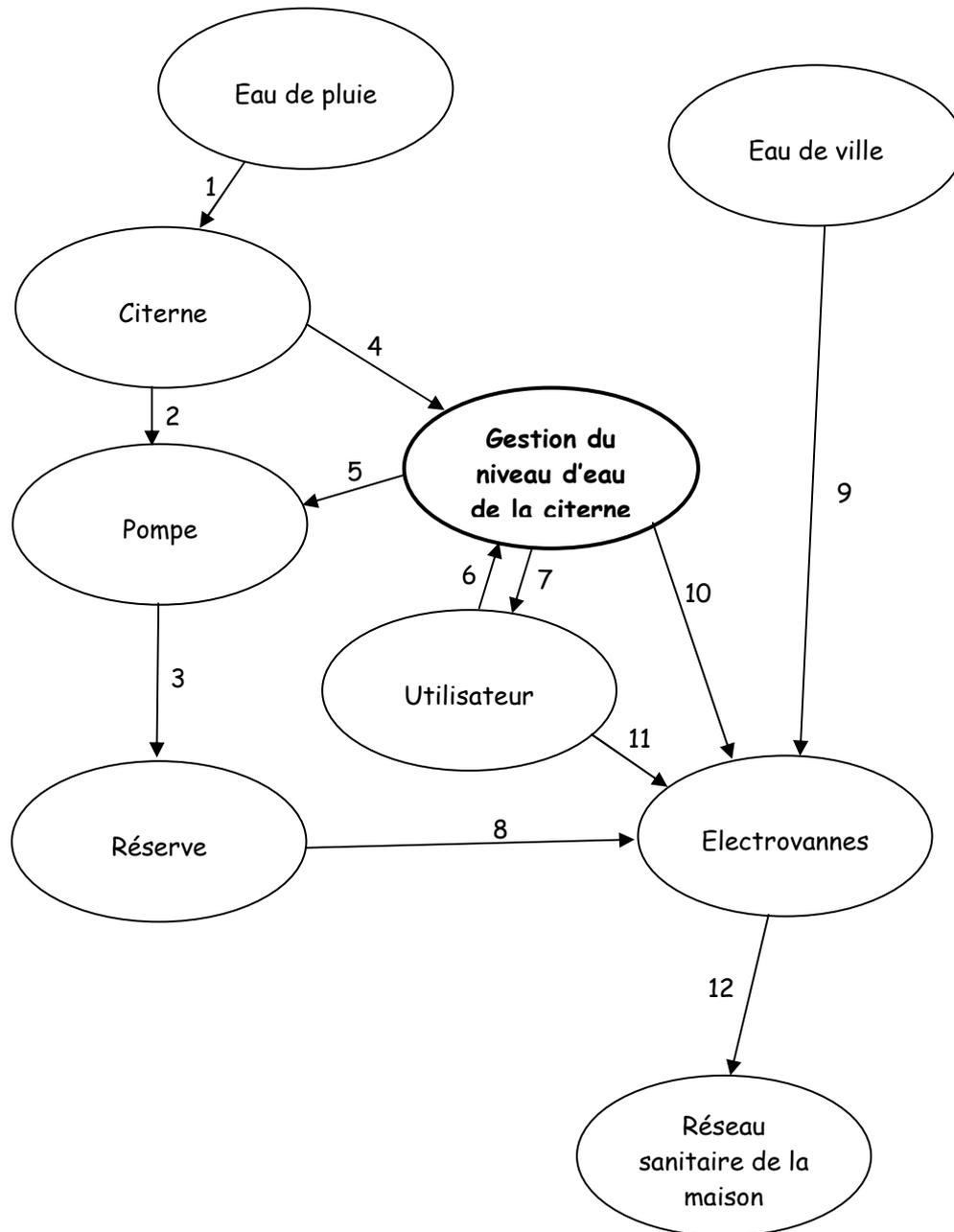
Conclusion

La mise en place d'une citerne à eau de pluie présente des avantages certains par rapport au percement d'un puit, notamment en ce qui concerne la qualité de l'eau obtenue. Dans la mesure où une telle cuve doit être enterrée, il est conseillé pour minimiser l'investissement de faire cette installation lors de la construction d'une maison ou lors d'aménagements lourds nécessitant déjà la venue d'un terrassier.

Système de gestion d'une citerne de récupération des eaux de pluies

1. Description du « Système de gestion d'une citerne de récupération des eaux de pluies »

1.1 Diagramme sagittal



Système de gestion d'une citerne de récupération des eaux de pluies

1.2 Définitions des liaisons du diagramme sagittal

Liaison 1 : eau de pluie

Liaison 2 : eau de pluie extraite de la citerne par une pompe électrique

Liaison 3 : eau de pluie remplissant la réserve

Liaison 4 : information électrique du niveau d'eau dans la citerne et fournie par une sonde

Liaison 5 : tension électrique d'activation de la pompe électrique

Liaison 6 : action manuelle de l'utilisateur sur l'objet technique

Liaison 7 : information visuelle indiquant à l'utilisateur le niveau d'eau d'eau dans la citerne.

Liaison 8 : eau destinée à alimenter le réseau sanitaire domestique

Liaison 9 : eau de ville destinée à alimenter le réseau sanitaire domestique

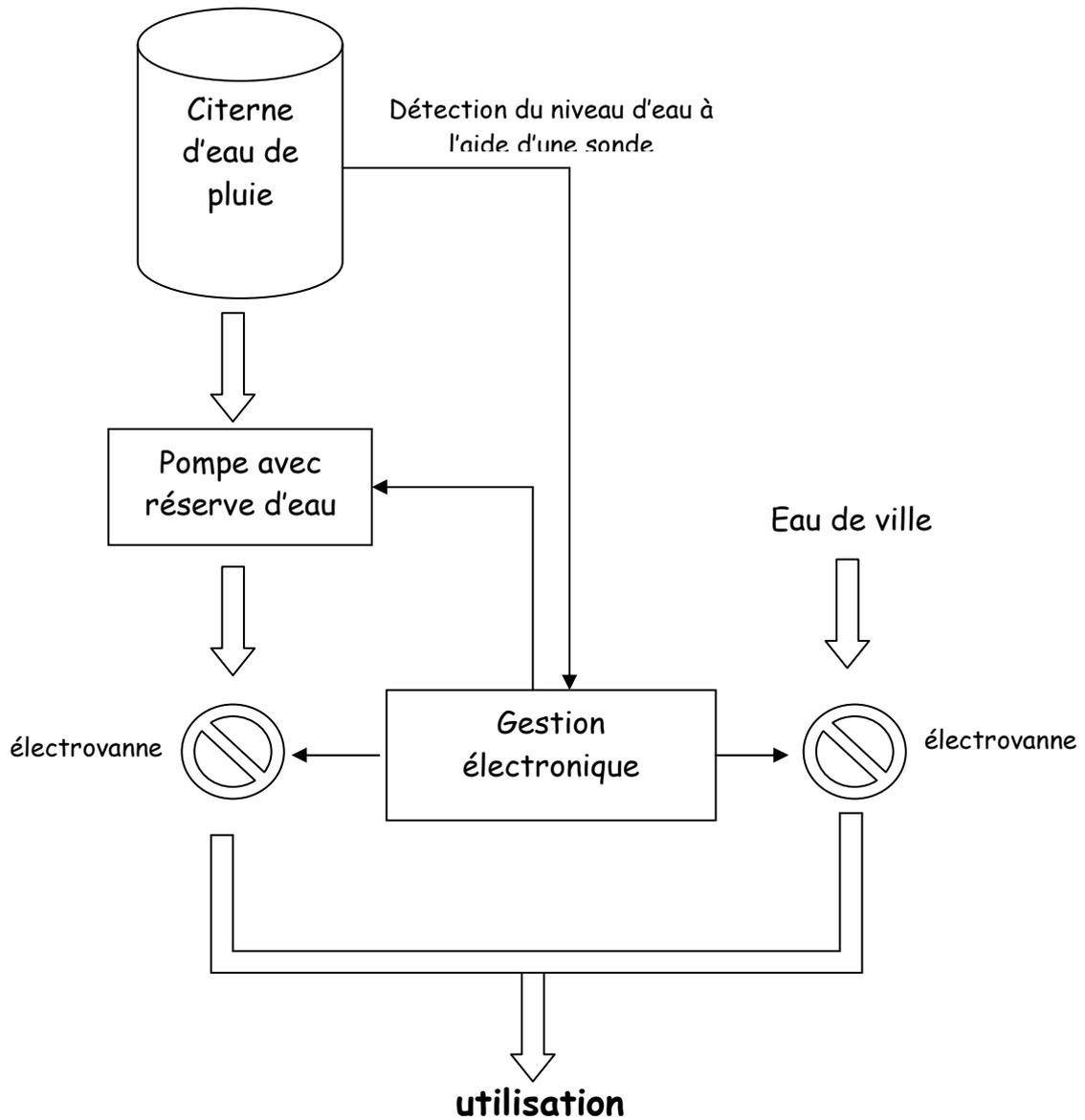
Liaison 10 : signaux électriques de commandes des électrovannes

Liaison 11 : action manuelle de l'utilisateur lui permettant de commuter le réseau sanitaire domestique sur le réseau « eau de ville »

Liaison 12 : eau alimentant le réseau sanitaire domestique

Système de gestion d'une citerne de récupération des eaux de pluies

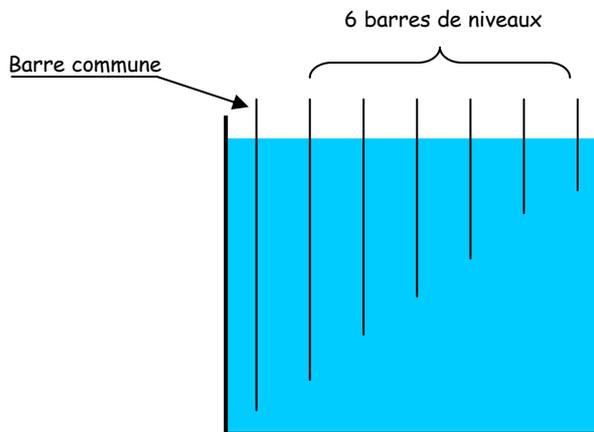
2. Principe de fonctionnement



Système de gestion d'une citerne de récupération des eaux de pluies

3. Réalisation de la sonde :

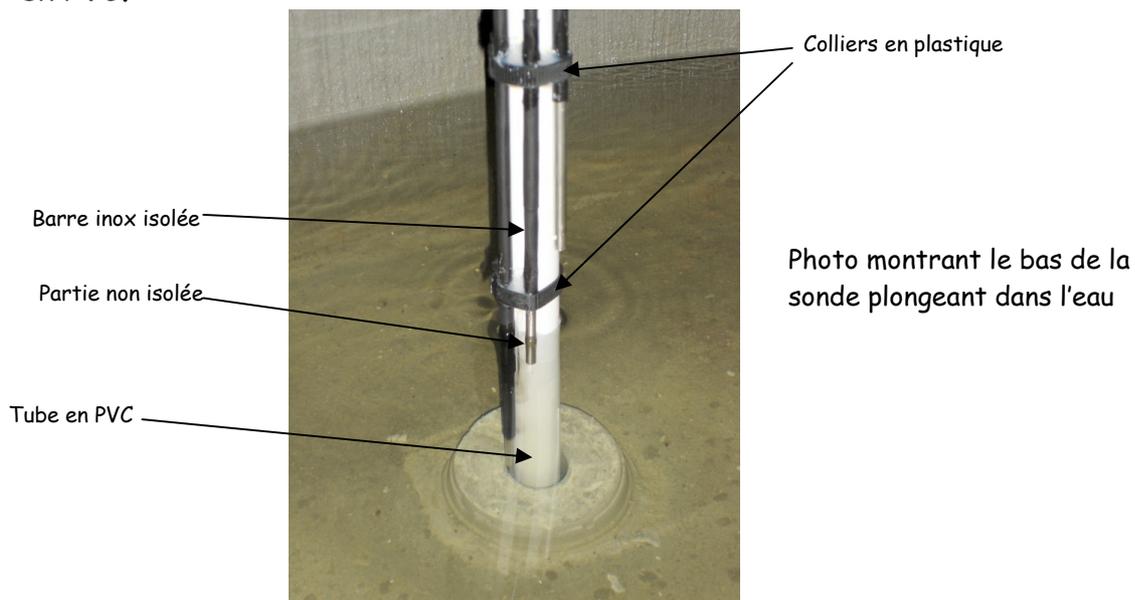
La sonde est basée sur le principe de la conductivité de l'eau entre deux électrodes. Elle est constituée par une barre commune et six autres barres (une par niveau) :



Les barres doivent être en acier inox. Les 6 barres sont ensuite gainées (gaine thermo-rétractable) jusqu'à environ 10 cm de leur extrémité :



Elles sont fixées à l'aide de colliers en plastique à la périphérie d'un tube en PVC.



Système de gestion d'une citerne de récupération des eaux de pluies



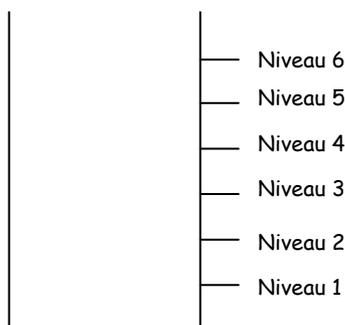
Connexions réalisées à l'aide de dominos puis isolées avec de la gaine thermo-rétractable

4. Fonctionnement temporel :

Les eaux de ville et de récupération ne doivent en aucun cas être mélangées

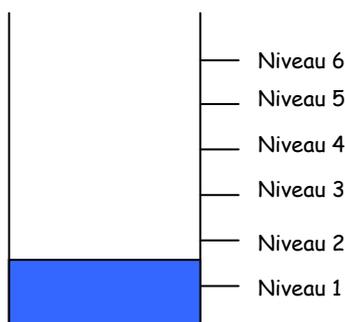
Phase 1 : citerne vide

Citerne



Pompe	Electrovanne eau réserve	Electrovanne eau de ville
Non alimentée	Fermée	Ouverte

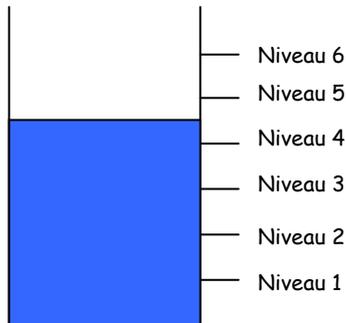
Phase 2 : remplissage de la citerne



Pompe	Electrovanne eau réserve	Electrovanne eau de ville
Non alimentée	Fermée	Ouverte

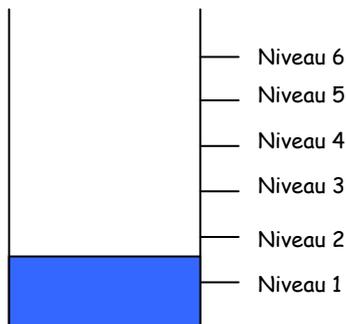
Système de gestion d'une citerne de récupération des eaux de pluies

Phase 3 : remplissage de la citerne



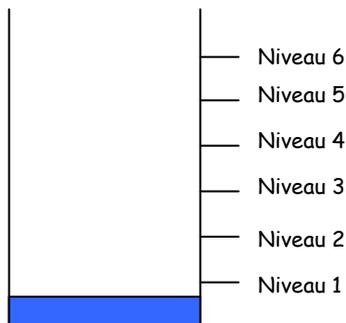
Pompe	Electrovanne eau réserve	Electrovanne eau de ville
Alimentée	Ouverte	Fermée

Phase 4 ; le volume d'eau diminue



Pompe	Electrovanne eau réserve	Electrovanne eau de ville
Alimentée	Ouverte	Fermée

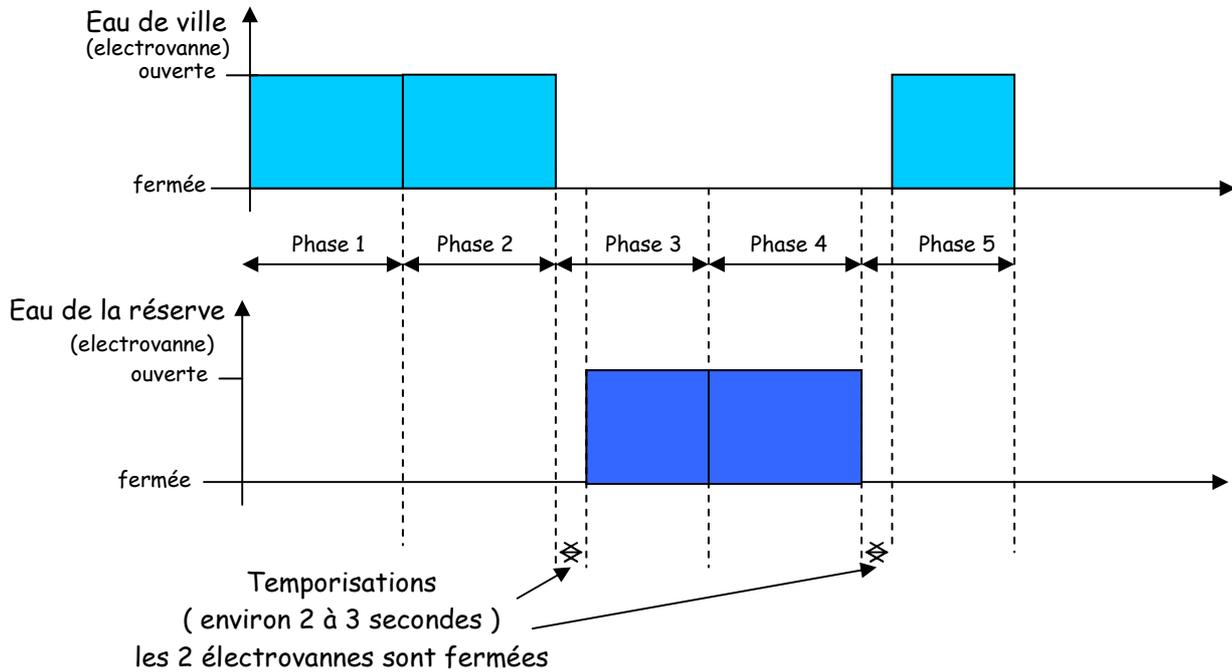
Phase 5 : le volume diminue



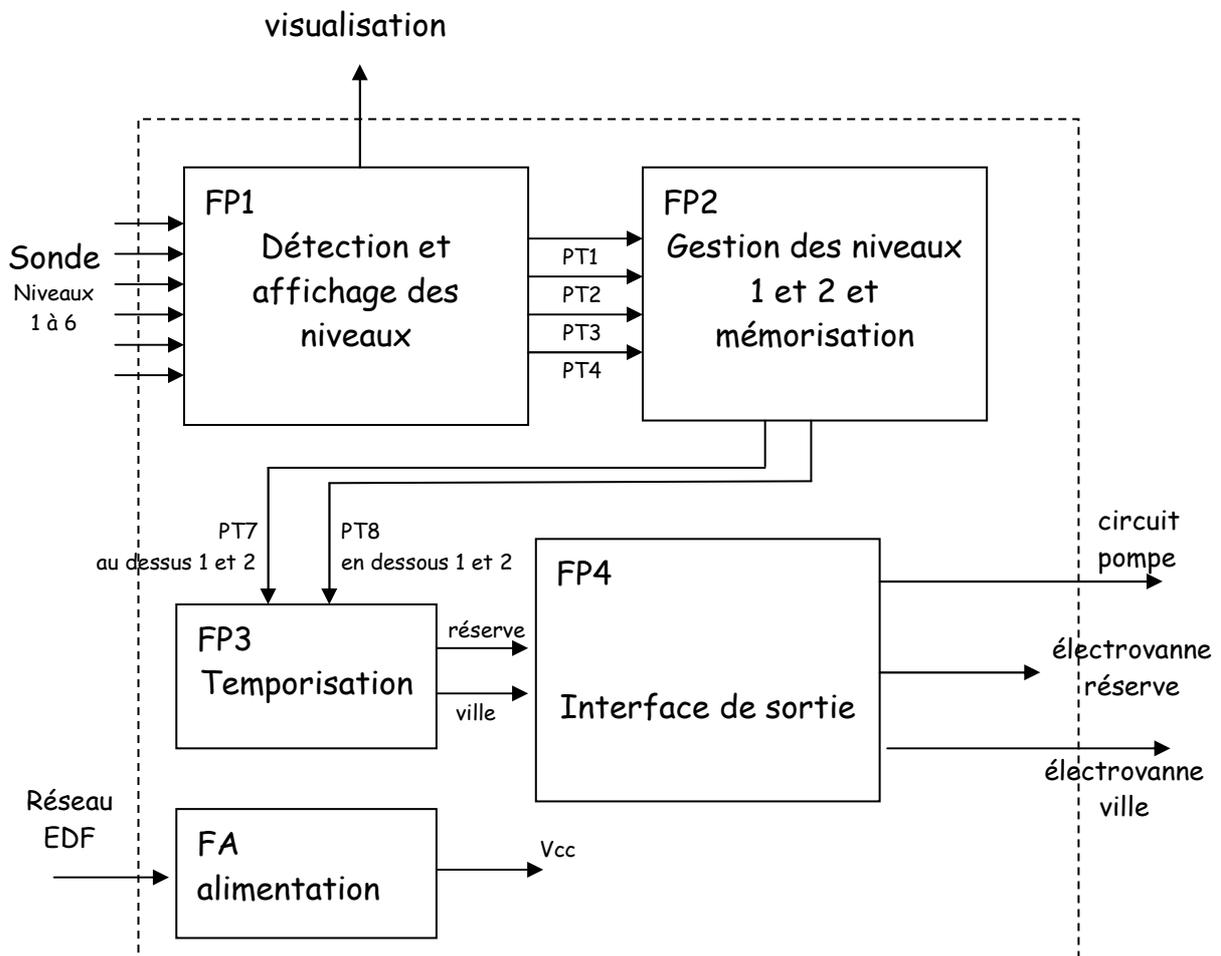
Pompe	Electrovanne eau réserve	Electrovanne eau de ville
Non alimentée	Fermée	Ouverte

Système de gestion d'une citerne de récupération des eaux de pluies

Chronogrammes des mises sous tension des électrovannes :



5. Schéma fonctionnel du 1^{er} degré :



Système de gestion d'une citerne de récupération des eaux de pluies

5.1 Définition des fonctions principales

FP1 : Détection et affichage des niveaux

- **Entrées** : sonde, niveaux 1 à 6 grandeur électrique image du niveau d'eau dans la citerne
- **Sorties** : visualisation, information visuelle représentative du niveau d'eau dans la citerne.
PT1, PT2, PT3, PT4 : niveaux logiques
- **Rôle** : fournir une information visuelle pour l'utilisateur lui indiquant le niveau de l'eau dans la citerne et une information électrique pour la gestion des niveaux 1 et 2

FP2 : Gestion des niveaux 1 et 2, mémorisation

- **Entrées** : *PT1, PT2, PT3, PT4* : niveaux logiques
- **Sorties** : *PT7, PT8* niveaux logiques
- **Rôle** : autoriser le fonctionnement de la pompe si le niveau d'eau dans la citerne n'est pas trop bas, gérer le fonctionnement des électrovannes

FP3 : Temporisation

- **Entrées** : *PT7, PT8* niveaux logiques
- **Sorties** : *réserve, ville* niveaux logiques
- **Rôle** : assurer la fermeture des deux électrovannes simultanément (eau de ville et eau de citerne ne doivent se mélanger), puis fournir une commande pour l'ouverture d'une des deux électrovannes

FP4 : Interface de sortie

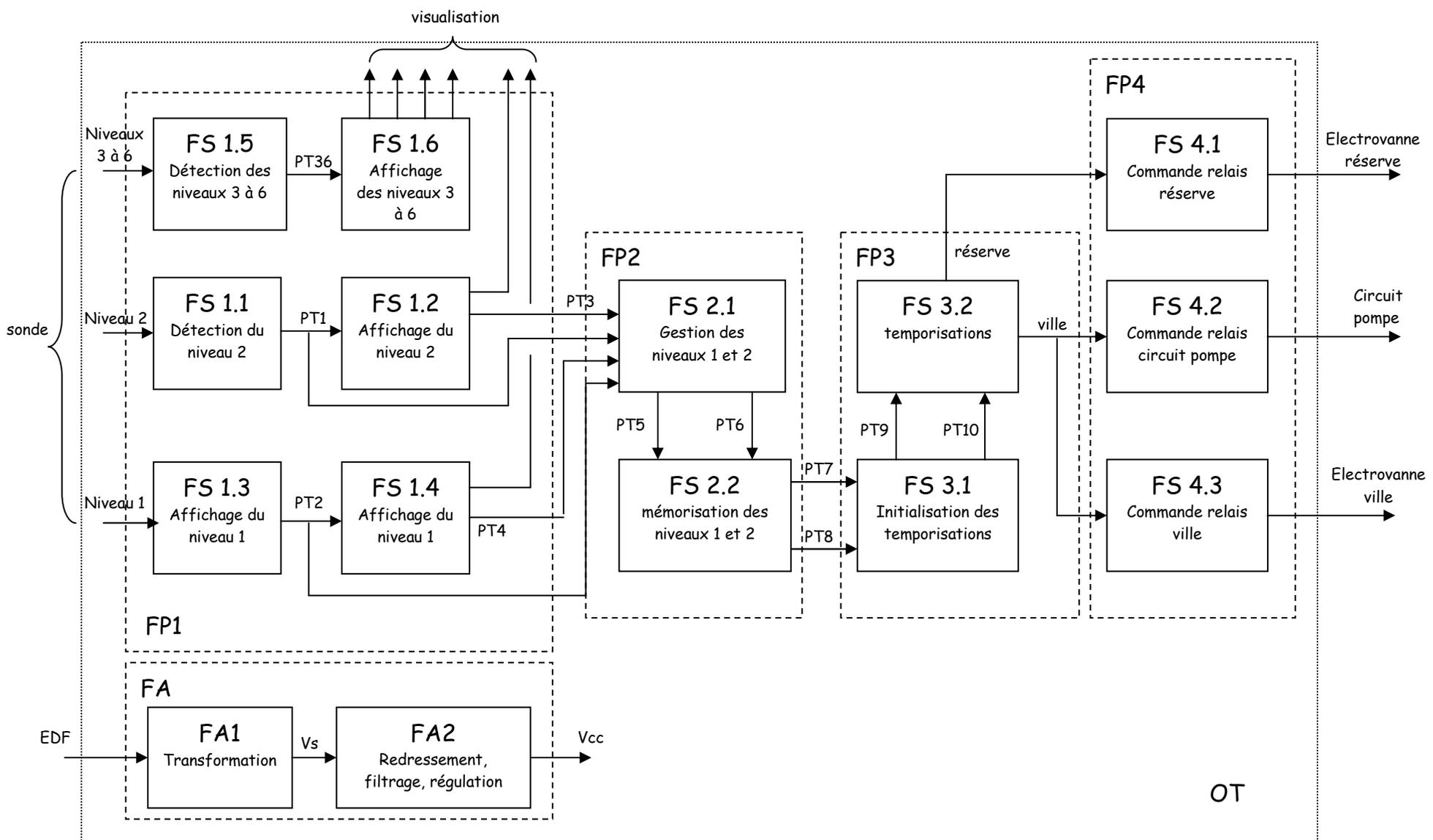
- **Entrées** : *réserve, ville* niveaux logiques
- **Sorties** : *electrovanne ville, electrovanne réserve, circuit pompe*
« contacts secs »
- **Rôle** : assurer l'interfaçage entre la carte et les organes électriques de puissance, réaliser une isolation galvanique

FA : Alimentation

- **Entrée** : réseau EDF
- **Sortie** : Vcc tension continue et régulée +12V
- **Rôle** : fournir une tension continue aux autres fonctions de l'OT

Systeme de gestion d'une citerne de récupération des eaux de pluies

6. Schéma fonctionnel du 2eme degré



Système de gestion d'une citerne de récupération des eaux de pluies

7. Définitions des fonctions secondaires

FS 1.1 : Détection du niveau 2

- **Entrée** : *niveau 2*, grandeur résistive image du niveau de l'eau dans la citerne par rapport à l'avant dernière barre de la sonde
- **Sortie** : *PT1* niveau logique représentatif du niveau de l'eau dans la citerne par rapport à l'avant dernière barre de la sonde
- **Rôle** : fournir un niveau logique image du niveau de l'eau dans la citerne par rapport à l'avant dernière barre de la sonde : niveau 0 si le niveau de l'eau est inférieur, niveau 1 si le niveau est supérieur

FS 1.2 : Affichage du niveau 2

- **Entrée** : *PT1*, niveau logique
- **Sortie** : *information visuelle* représentative du niveau de l'eau dans la citerne par rapport à l'avant dernière barre de la sonde
- **Rôle** : fournir une information visuelle représentative du niveau de l'eau dans la citerne par rapport à l'avant dernière barre de la sonde

FS 1.3 : Détection du niveau 1

- **Entrée** : *niveau 1*, grandeur résistive image du niveau de l'eau dans la citerne par rapport la dernière barre de la sonde
- **Sortie** : *PT12* niveau logique représentatif du niveau de l'eau dans la citerne par rapport la dernière barre de la sonde
- **Rôle** : fournir un niveau logique image du niveau de l'eau dans la citerne par rapport à la dernière barre de la sonde : niveau 0 si le niveau de l'eau est inférieur, niveau 1 si le niveau est supérieur

FS 1.4 : Affichage du niveau 1

- **Entrée** : *PT2*, niveau logique
- **Sortie** : *information visuelle* représentative du niveau de l'eau dans la citerne par rapport à la dernière barre de la sonde
- **Rôle** : fournir une information visuelle représentative du niveau de l'eau dans la citerne par rapport à la dernière barre de la sonde

FS 1.5 : Détection du niveau 2

- **Entrée** : *niveau 3 à 6*, grandeur résistive image du niveau de l'eau dans la citerne par rapport aux 4 barres du dessus
- **Sortie** : *PT 36*, niveau logique représentatif du niveau de l'eau dans la citerne par rapport aux 4 barres du dessus

Système de gestion d'une citerne de récupération des eaux de pluies

- **Rôle** : fournir un niveau logique image du niveau de l'eau dans la citerne par rapport aux 4 barres du dessus

FS 1.6 : Affichage du niveau 2

- **Entrée** : *PT36*, niveau logique
- **Sortie** : *information visuelle*
- **Rôle** : fournir une information visuelle représentative du niveau de l'eau dans la citerne par rapport aux 4 barres du dessus

FS 2.1 : Gestion des niveaux 1 et 2

- **Entrées** : *PT1, PT2, PT3, PT4*, niveaux logiques
- **Sorties** : *PT5, PT6* niveaux logiques
- **Rôle** : fournir les niveaux logiques nécessaires au fonctionnement de la pompe (voir fonctionnement temporel)

FS 2.2 : Mémorisation des niveaux 1 et 2

- **Entrées** : *PT5, PT6*, niveaux logiques
- **Sorties** : *PT7, PT8* niveaux logiques
- **Rôle** : gérer le fonctionnement des électrovannes et de la pompe (la pompe ne peut pas se mettre en route pour un niveau d'eau inférieur au niveau 1 dans la citerne)

FS 3.1 : Initialisation des temporisations

- **Entrées** : *PT7, PT8*, niveaux logiques
- **Sorties** : *PT9, PT10* niveaux logiques
- **Rôle** : initialiser les temporisations en déchargeant les condensateurs correspondants

FS 3.2 : Temporisations

- **Entrées** : *PT9, PT10*, niveaux logiques
- **Sorties** : *réserve, ville* niveaux logiques
- **Rôle** : fournir les niveaux logiques de commande des électrovannes et du circuit de pompe.

Système de gestion d'une citerne de récupération des eaux de pluies

FS 4.1 Fonction commande relais réserve

- **Entrée** : Réserve , niveau logique
- **Sortie** : électrovanne réserve contact sec
- **Rôle** : permet d'alimenter ou de couper l'électrovanne du circuit d'eau réserve

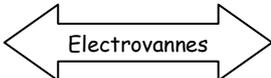
FS 4.2 Fonction commande circuit pompe

- **Entrée** : ville, niveau logique
- **Sortie** : circuit pompe contact sec
- **Rôle** : interdire le fonctionnement de la pompe lorsque le niveau de l'eau dans la citerne est inférieur au niveau 1

FS 4.3 Fonction commande relais ville

- **Entrée** : ville , niveau logique
- **Sortie** : électrovanne ville contact sec
- **Rôle** : permet d'alimenter ou de couper l'électrovanne du circuit d'eau de ville.

8. Valeur des niveaux logiques en fonction du niveau d'eau :

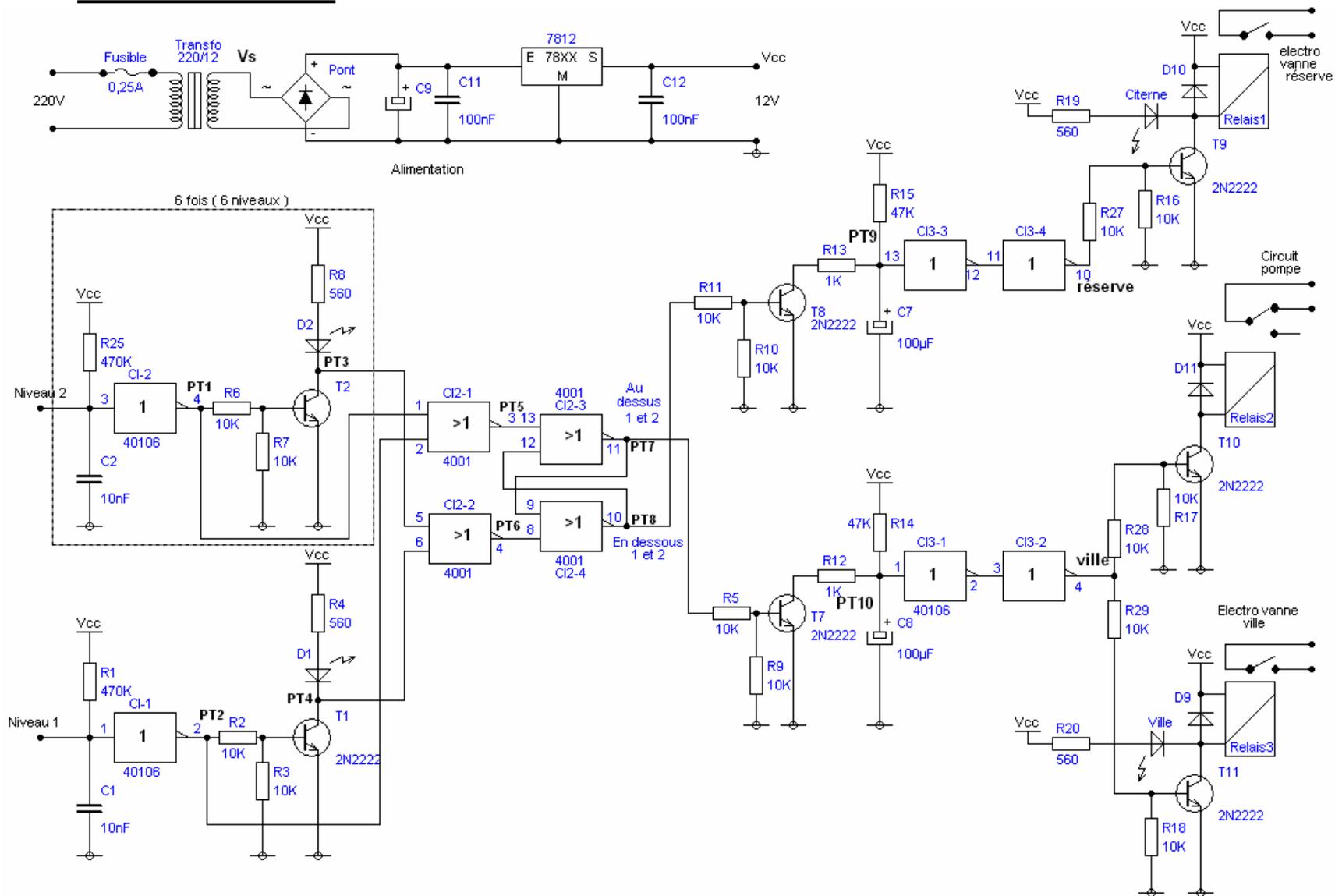


Niveau de l'eau	PT1	PT2	PT3	PT4	PT5	PT6	PT7	PT8	Citerne	Ville
0	0	0	1	1	1	0	0	1	0	1
1	0	1	1	0	0	0	0	1	0	1
2	1	1	0	0	0	1	1	0	1	0
3	1	1	0	0	0	1	1	0	1	0
4	1	1	0	0	0	1	1	0	1	0
3	1	1	0	0	0	1	1	0	1	0
2	1	1	0	0	0	1	1	0	1	0
1	0	1	1	0	0	0	1	0	1	0
0	0	0	1	1	1	0	0	1	0	1

Exemple pour un niveau d'eau montant puis descendant dans la citerne

Systeme de gestion d'une citerne de récupération des eaux de pluies

9. Schéma structurel



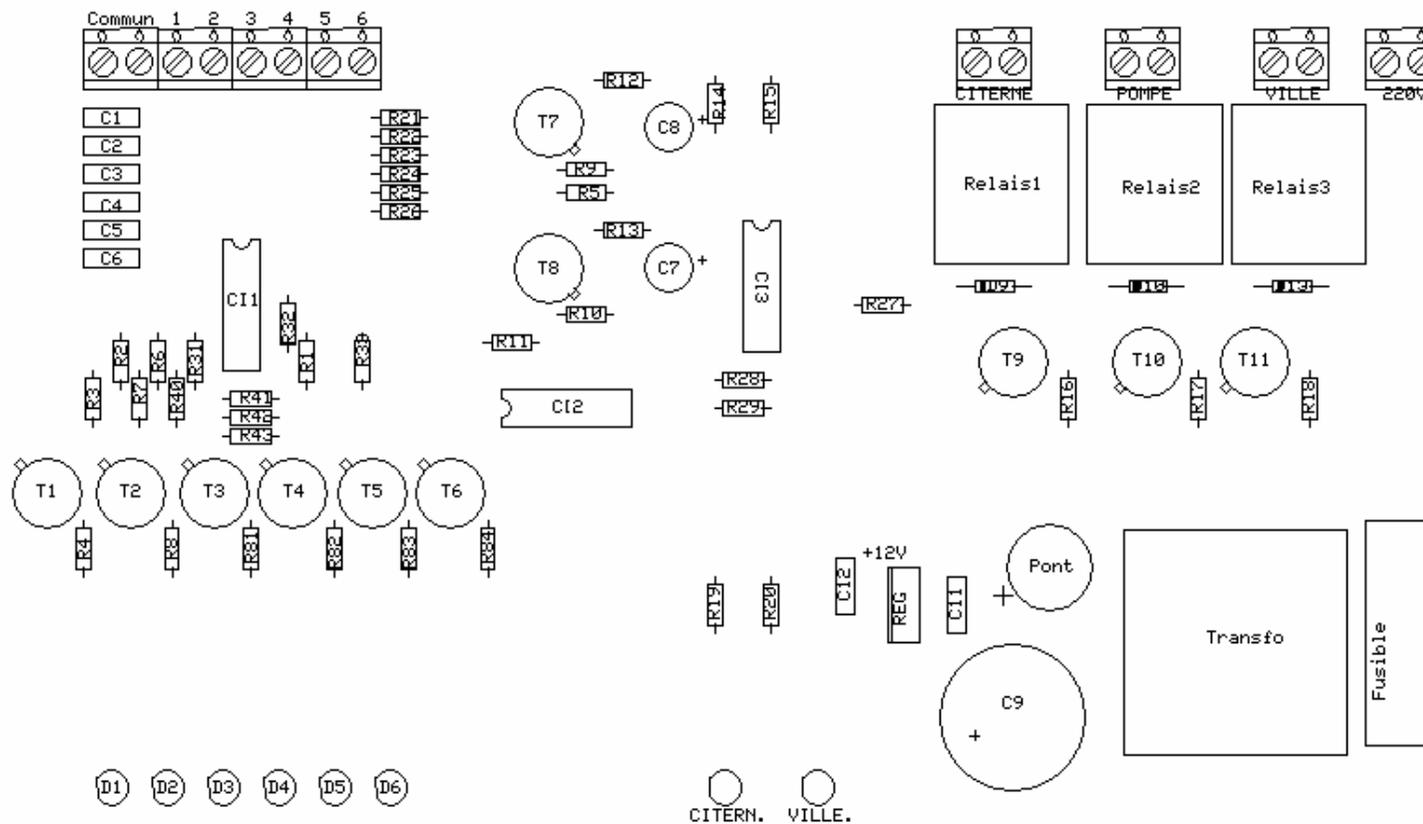
Système de gestion d'une citerne de récupération des eaux de pluies

10. Nomenclature des composants

Référence schéma	Valeur	Description
R1, R25	470K	Résistance 1/4W
R4, R8, R19, R20	560 Ω	Résistance 1/4W
R2, R3, R5, R6, R7, R9, R10, R11, R16, R17, R18, R27, R28, R29	10K	Résistance 1/4W
R12, R13	1K	Résistance 1/4W
R14, R15	47K	
C1, C2	10 nF	Céramique
C7, C8	100 μ F	Chimique vertical 25V
D1, D2, citerne, ville		Led 5mm
D9, D10, D11	1N4148	
T1, T2, T7, T8, T9, T10, T11	2N2222 ou 2N1711	
CI1, CI3	40106	
CI2	4001	
Relais1, Relais2, Relais3		Relais à souder sur CI
Transfo	220/12V 1,8VA	Moulé à souder sur CI
Pont		Pont diodes 50V/1A
C9	1000 μ F/25V	Chimique vertical
C11, C12	100nF	Céramique
7812	7812	Régulateur 12V
Fusible	250mA	
220V, Niveau		Borniers à souder

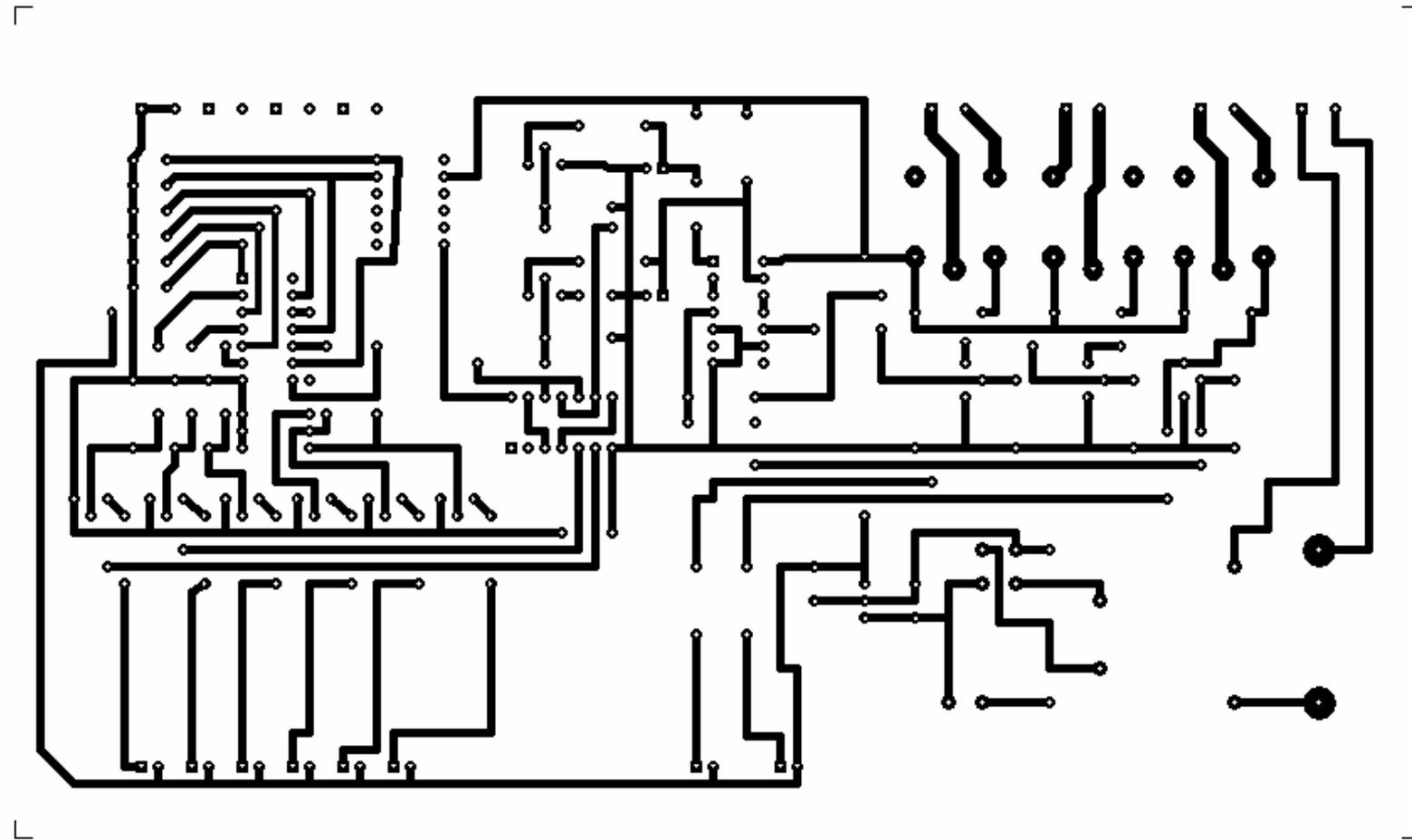
Systeme de gestion d'une citerne de récupération des eaux de pluies

11. Implantation des éléments :



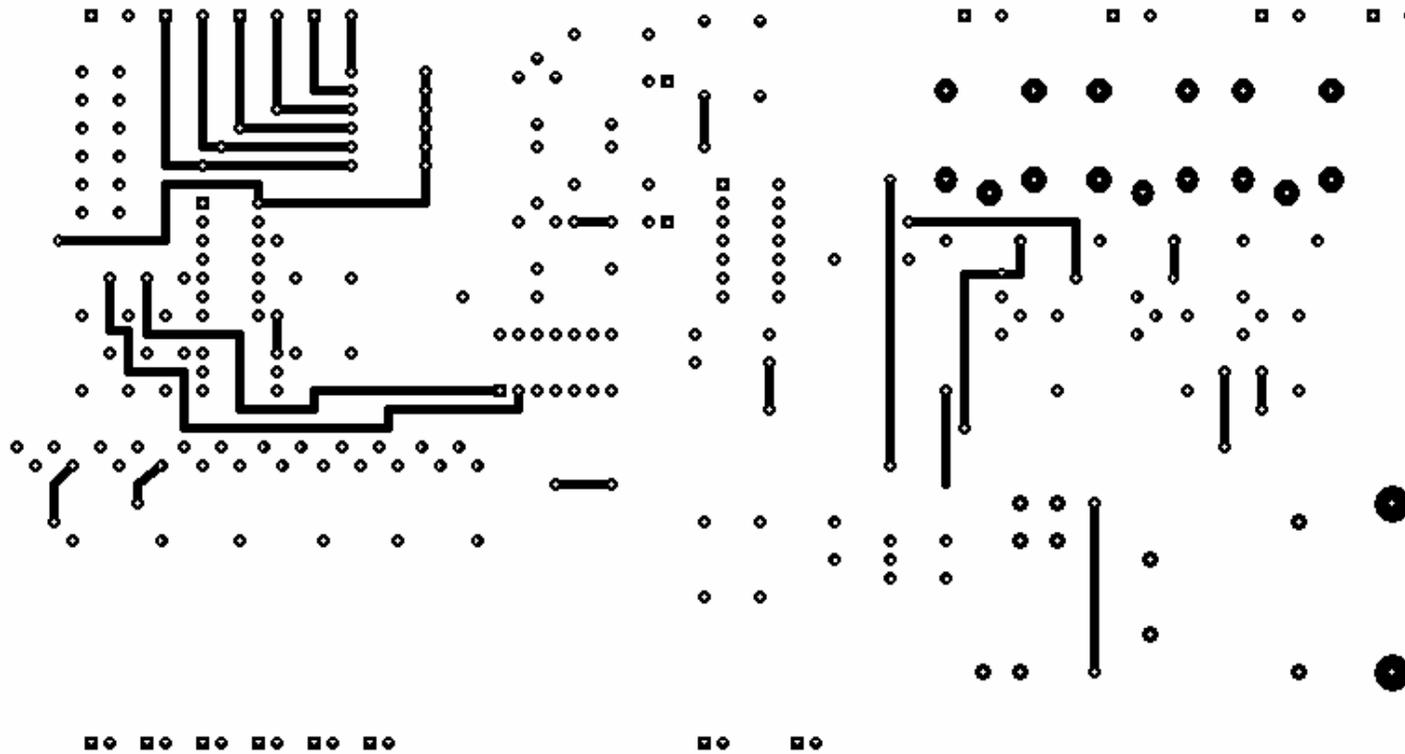
Systeme de gestion d'une citerne de récupération des eaux de pluies

12. Cuivre côté soudures (vu par transparence) :



Systeme de gestion d'une citerne de récupération des eaux de pluies

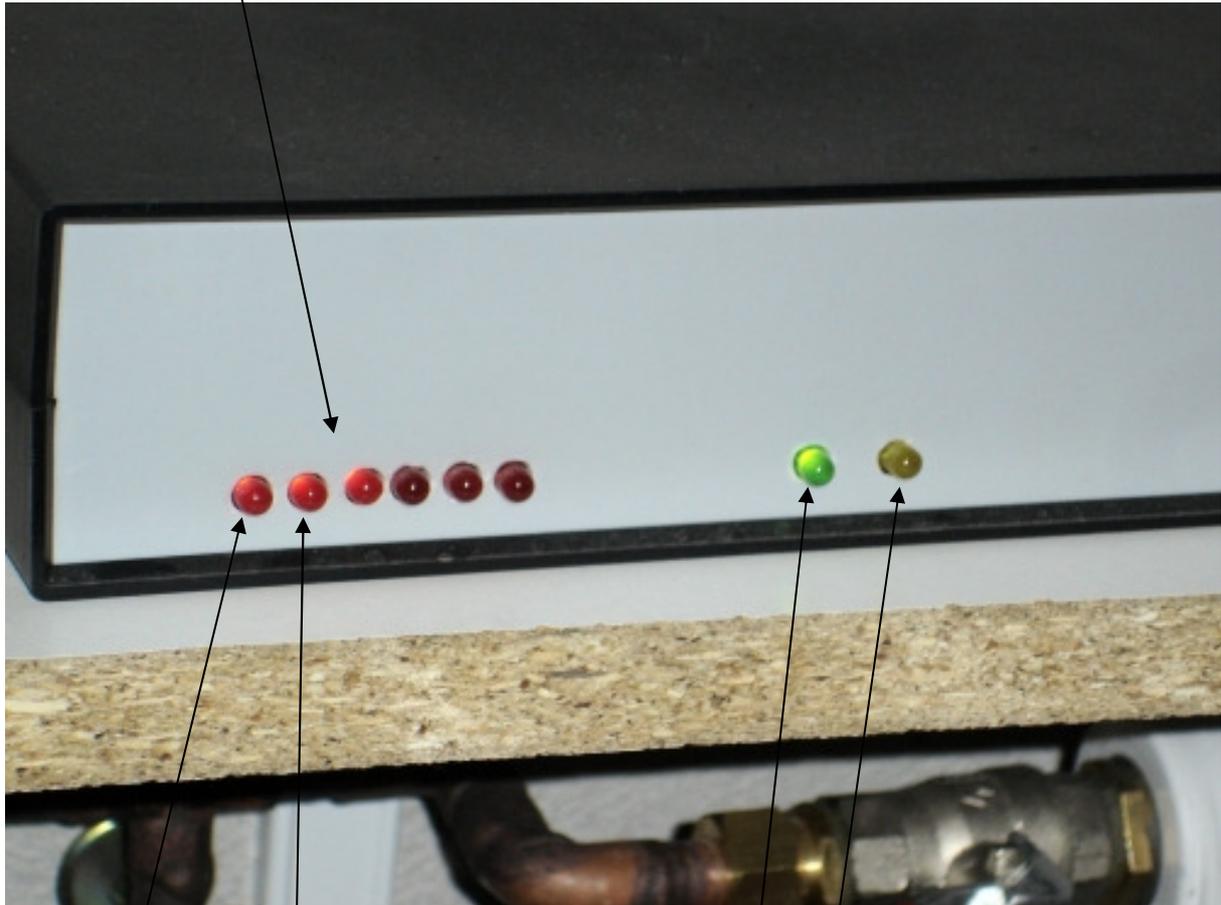
13. Cuivre côté composants :



Système de gestion d'une citerne de récupération des eaux de pluies

L'électronique est placée dans un coffret

Indicateurs de niveau



niveau 1

Niveau 2

Ici, la citerne est à moitié pleine

Le réseau sanitaire est connecté à la réserve d'eau

Voyant pour le fonctionnement « eau de ville »

Système de gestion d'une citerne de récupération des eaux de pluies

Vue de la carte électronique dans son coffret

