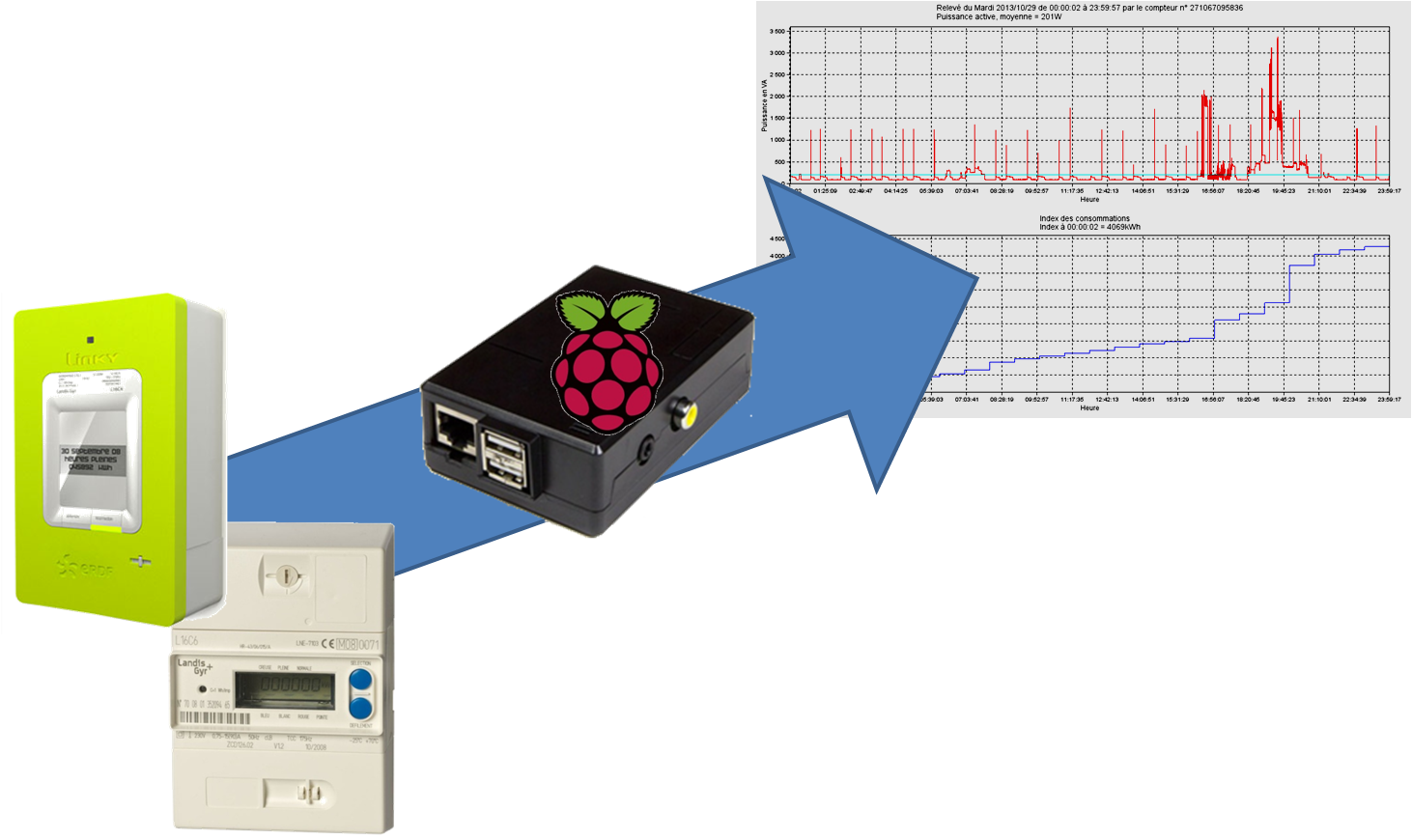
Sébastien LEMOINE https://github.com/sebastien0/RPi.SuivitTRElec

**SUPERVISION TEMPS-REEL DES CONSOMMATIONS ELECTRIQUES DOMESTIQUES**



**Date :**

**Révision :**

# SOMMAIRE

[I. SOMMAIRE 2](#_Toc398582009)

[II. ILLUSTRATIONS 3](#_Toc398582010)

[II.1. Liste des figures 3](#_Toc398582011)

[II.2. Liste des tableaux 3](#_Toc398582012)

[III. LEXIQUE 4](#_Toc398582013)

[IV. DESCRIPTION 5](#_Toc398582014)

[V. CONFIGURATION DE LA R-PI 6](#_Toc398582015)

[VI. ARCHITECTURE 7](#_Toc398582016)

[VI.1. A-0 - Architecture Générale 7](#_Toc398582017)

[VI.2. A1 - Compteur ERDF 8](#_Toc398582018)

[VI.3. A2 - Conditionnement 8](#_Toc398582019)

[VI.4. A3 - Acquisition - Stockage 10](#_Toc398582020)

[VI.4.A. A31 –Programme en C 10](#_Toc398582021)

[VI.4.A.1. Synoptique d’une trame 10](#_Toc398582022)

[VI.4.A.2. Algorithme 11](#_Toc398582023)

[VI.4.B. A41 – Fichier csv 12](#_Toc398582024)

[VI.5. A4 - Transfert 15](#_Toc398582025)

[VI.6. A5 - Exploitation 16](#_Toc398582026)

[VI.6.A. Programme sous Scilab 17](#_Toc398582027)

[VI.6.A.1. Algorithme 17](#_Toc398582028)

[VI.6.A.2. Liste des fonctions disponibles 18](#_Toc398582029)

[VI.7. A6 - Affichage 19](#_Toc398582030)

[VII. ANNEXES 20](#_Toc398582031)

[VII.1. Bibliographie 20](#_Toc398582032)

[VII.2. Compteurs Testés 20](#_Toc398582033)

[VII.3. BOM 20](#_Toc398582034)

[VII.4. Fichiers générés 20](#_Toc398582035)

# ILLUSTRATIONS

## Liste des figures

[Figure 1 - A-0 - Schéma de principe 7](#_Toc398581995)

[Figure 2 - A2 - Schéma de principe 8](#_Toc398581996)

[Figure 3 - A2 - Schéma électrique 9](#_Toc398581997)

[Figure 4 - A3 - Schéma de principe 10](#_Toc398581998)

[Figure 5 – A31 - Constitution d’une trame 11](#_Toc398581999)

[Figure 6 – A31 - Algorithme 12](#_Toc398582000)

[Figure 7 – A41 - Fichier csv 13](#_Toc398582001)

[Figure 8 – Extrait du fichier texte pour une configuration Base 14](#_Toc398582002)

[Figure 9 – Extrait du fichier texte pour une configuration HCHP 14](#_Toc398582003)

[Figure 10 - A4 - Schéma de principe 15](#_Toc398582004)

[Figure 11 - A5 - Schéma de principe 16](#_Toc398582005)

[Figure 12 - A6 - Schéma de principe 19](#_Toc398582006)

## Liste des tableaux

[Tableau 1 – Configuration FTP 15](#_Toc398582007)

[Tableau 2 – Liste des fonctions 19](#_Toc398582008)

# LEXIQUE

**ERDF** **É**lectricité **R**éseau **D**istribution **F**rance

**BOM** **B**ill **O**f **M**aterials, nomenclature

**Fc F**réquence de **C**oupure

**FTP** **F**ile **T**ransfert **P**rotocol, protocole de transfert de fichiers

**OS** **O**perating **S**ystem, Système d’exploitation

**TR T**emps **R**éel

**R-Pi** **R**aspberry-**Pi**

**SSH** **S**ecure **Sh**ell

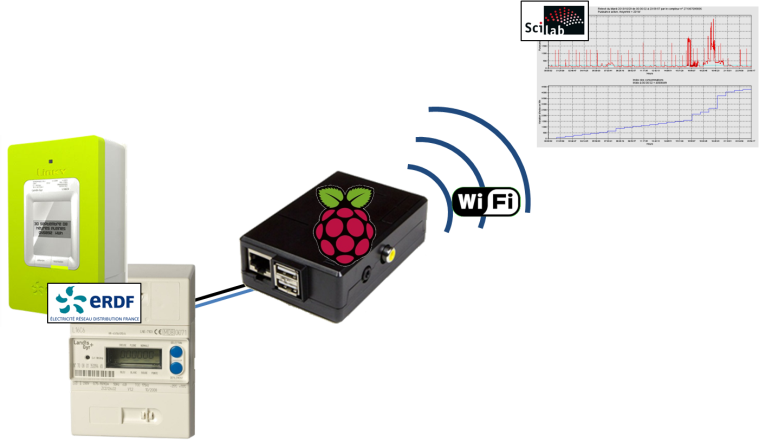
**UART** **U**niversal **A**synchronous **R**eceiver **T**ransmitter, émetteur-récepteur asynchrone universel

**VNC** **V**irtual **N**etwork **C**omputing

# DESCRIPTION

Ce projet permet de consulter les consommations électriques en temps réel depuis un terminal connecté (ex. : ordinateur, Smartphone ou tablette). Une extension permet d’accéder aux fichiers de point et de réaliser des analyses approfondies avec Scilab ([www.scilab.org/fr](http://www.scilab.org/fr)).

Dans l’objectif d’avoir une nomenclature la plus économique possible, le projet se base sur le compteur électrique ERDF en tête d’installation électrique et d’une Raspberry-Pi ([www.raspberrypi.org](http://www.raspberrypi.org)).



Il est possible de se connecter sur tout type de compteur électronique possédant une sortie liaison série. Se reporter au *§VII.2* pour connaître la liste des compteurs déjà testés.

# CONFIGURATION DE LA R-PI

Libérer UART

Client NTP

Dongle Wifi

Lancer le programme en SSH : ./compteur\_linky >> compteur.log &

# ARCHITECTURE

## A-0 - Architecture Générale

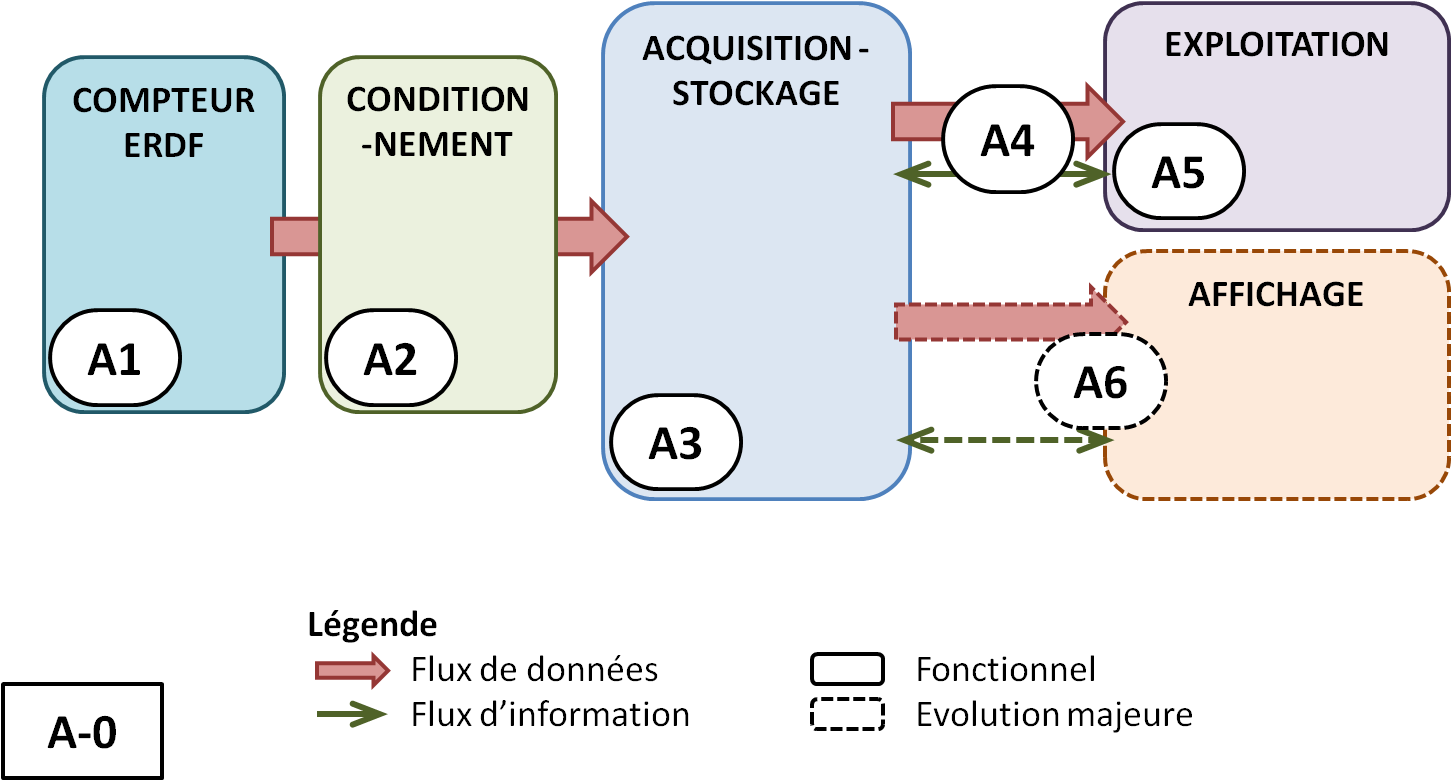


Figure - A-0 - Schéma de principe

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Référence** | **Nom** | **Description** |
| A-0 | Architecture Générale | Vue d’ensemble |
| A1 | Compteur ERDF | Acquisition des grandeurs électriques, échantillonnage, envoi sur liaison série |
| A2 | Conditionnement | Mise en forme électrique de la liaison série |
| A3 | Acquisition - Stockage | Décodage, horodatage, stockage, serveurs |
| A4 | Transfert | Transfert ponctuel pour exploitation |
| A5 | Exploitation | Analyses approfondies avec Scilab |
| A6 | Affichage | Affichage basique avec un navigateur web |

## A1 - Compteur ERDF

A partir des documents [D1] et [D2], les caractéristiques physiques des signaux de télé-information client, sous le couvre-bornes, sont les suivantes :

* binaire,
* unidirectionnelle,
* vitesse de modulation 1200 bauds +/-1% ,
* durée égale des bits à « 0 » et à « 1 » ,
* fréquence de la porteuse 50kHz +/-3% ,
* logique de codage négative
  + un bit émis à "0" correspond à la présence de porteuse pendant le temps correspondant.
  + un bit émis à "1" correspond à l'absence de porteuse pendant le temps correspondant.

Après démodulation, la liaison asynchrone classique a les caractéristiques suivantes:

* vitesse de transmission 1200 bauds
* codage de toutes les informations sous forme ASCII (affichable)
  + 7 bits pour représenter un caractère ASCII
  + 1 bit de parité, parité paire (even)
* un bit de start avant chaque caractère <=> "0" logique
* un bit de stop après chaque caractère <=> "1" logique

Le contenu des trames est décrite dans le §VI.4.A.1.

## A2 - Conditionnement

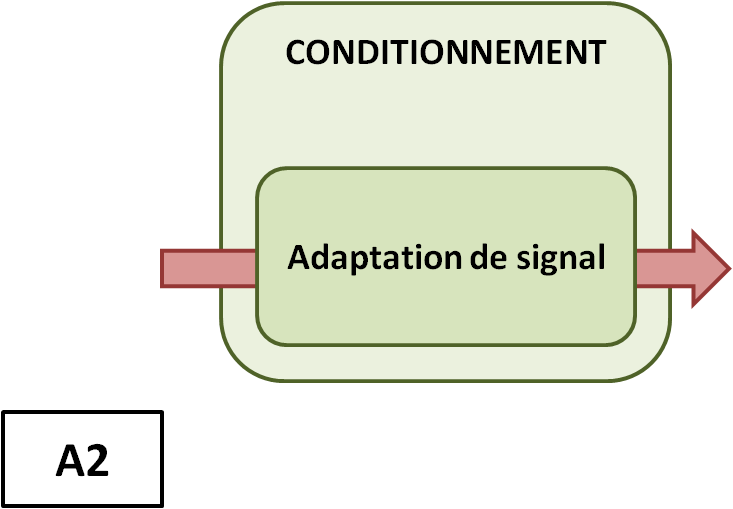


Figure - A2 - Schéma de principe

Cette fonction convertie un signal modulé en amplitude en un signal logique 3,3V. La BOM se trouve dans le §VII.3.

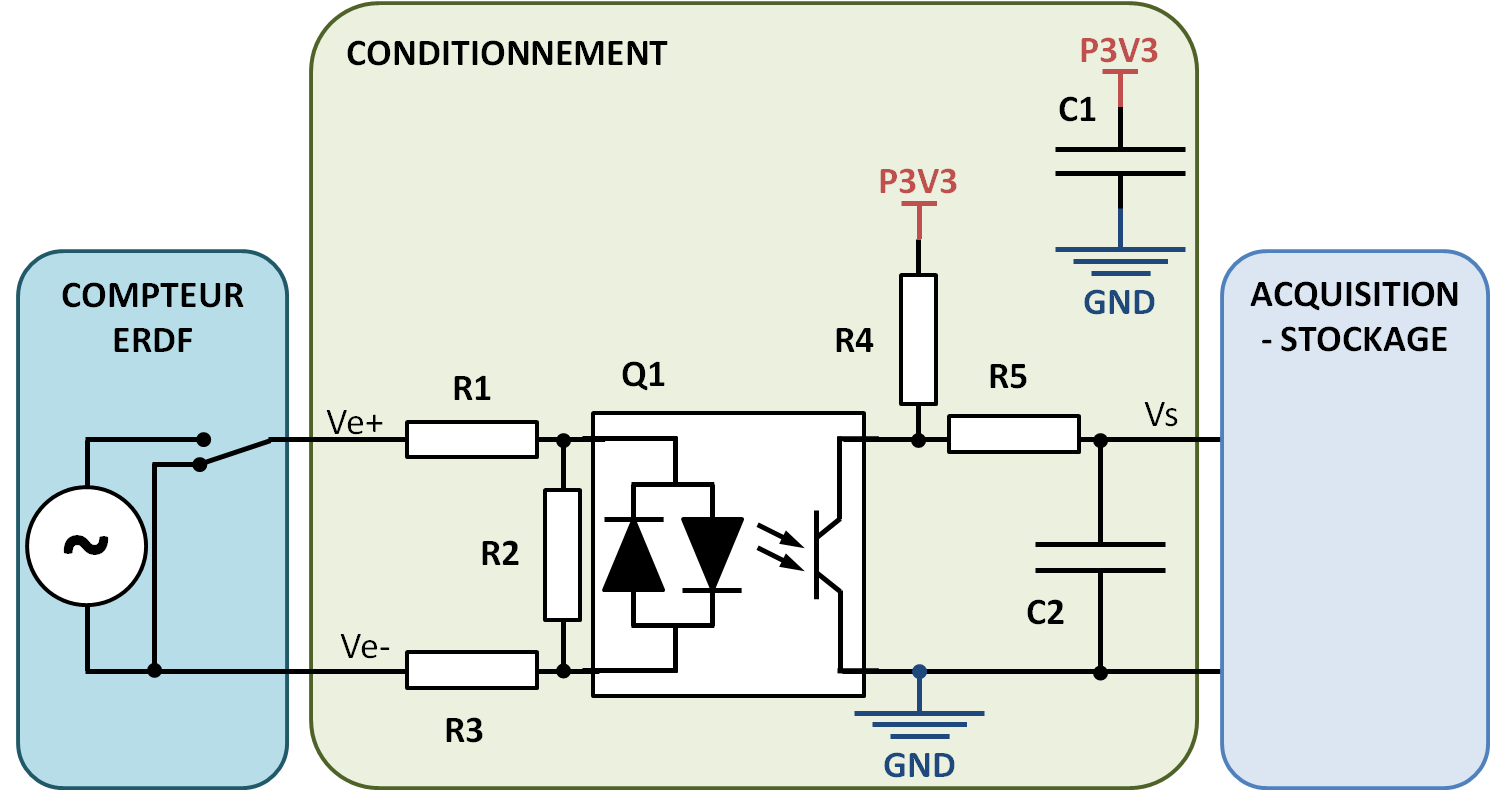


Figure - A2 - Schéma électrique

Nota : Le compteur ERDF est une modélisation électrique.

La tension porteuse entre Ve+ et Ve- est à la fréquence de 50kHz. L’optocoupleur Q1 est naturellement lent à la commutation et filtre le 50kHz d’où Vs un signal carré à logique positive.

Le filtre R5C2 est fixé à fc ≈ 12kHz

Le pont R1, R2 et R3 est symétrique et assure la continuité du courant lorsque |Ve+ - Ve-| est inférieur à la tension de seuil des diodes.

## A3 - Acquisition - Stockage

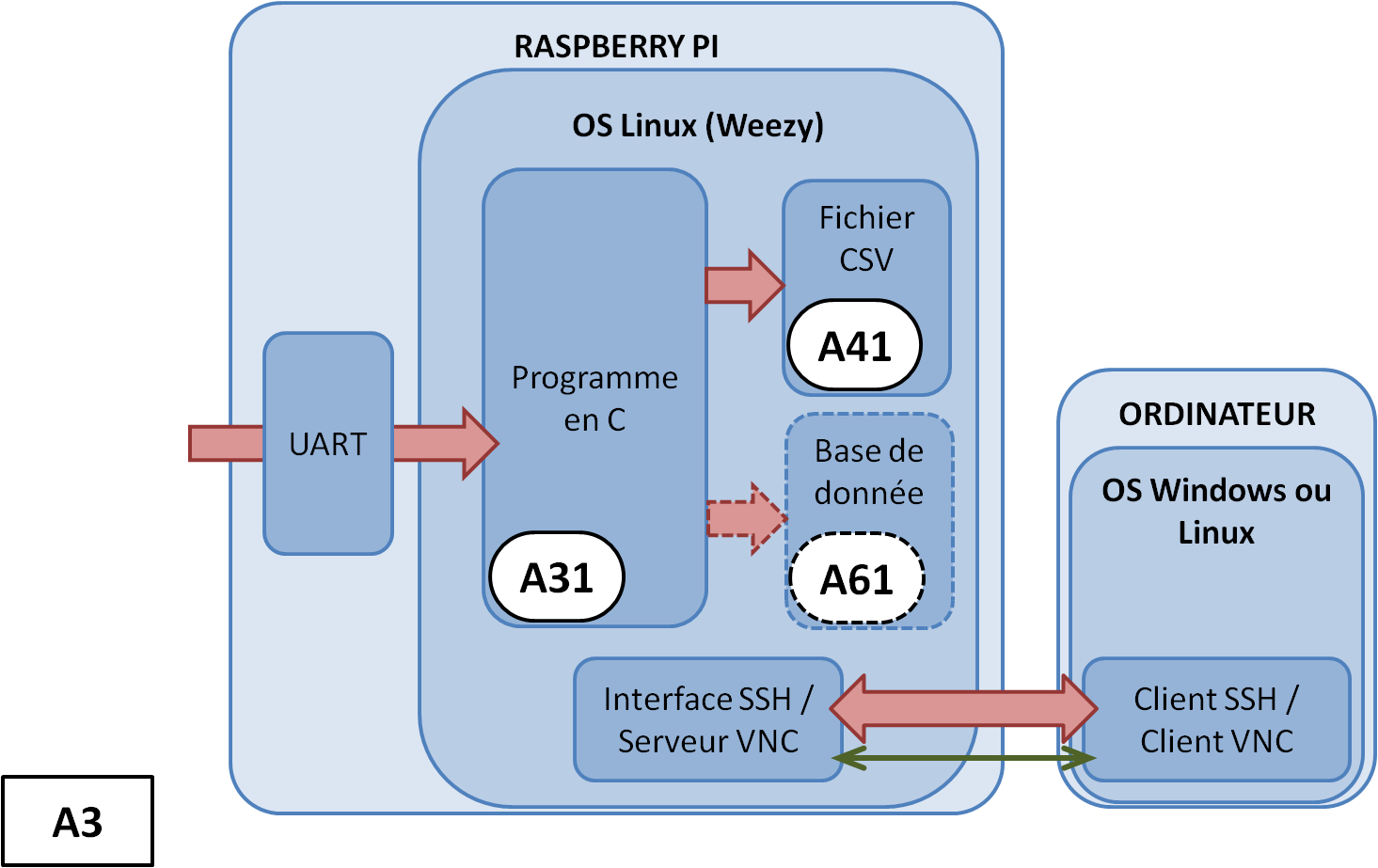


Figure - A3 - Schéma de principe

La R-Pi assure la communication unidirectionnelle avec le compteur, le décodage, l’horodatage et l’enregistrement des points de mesure.

L’interface SSH/VNC sert à la gestion à distance.

### A31 –Programme en C

#### Synoptique d’une trame

Les trames envoyées par le compteur ne sont pas horodatées et se composent comme décrit dans la . Envoyées en boucle, leur contenu peut varier selon le compteur ou la configuration utilisée (Base, HCHP, …).

L’algorithme du programme est donnée dans le *§*.

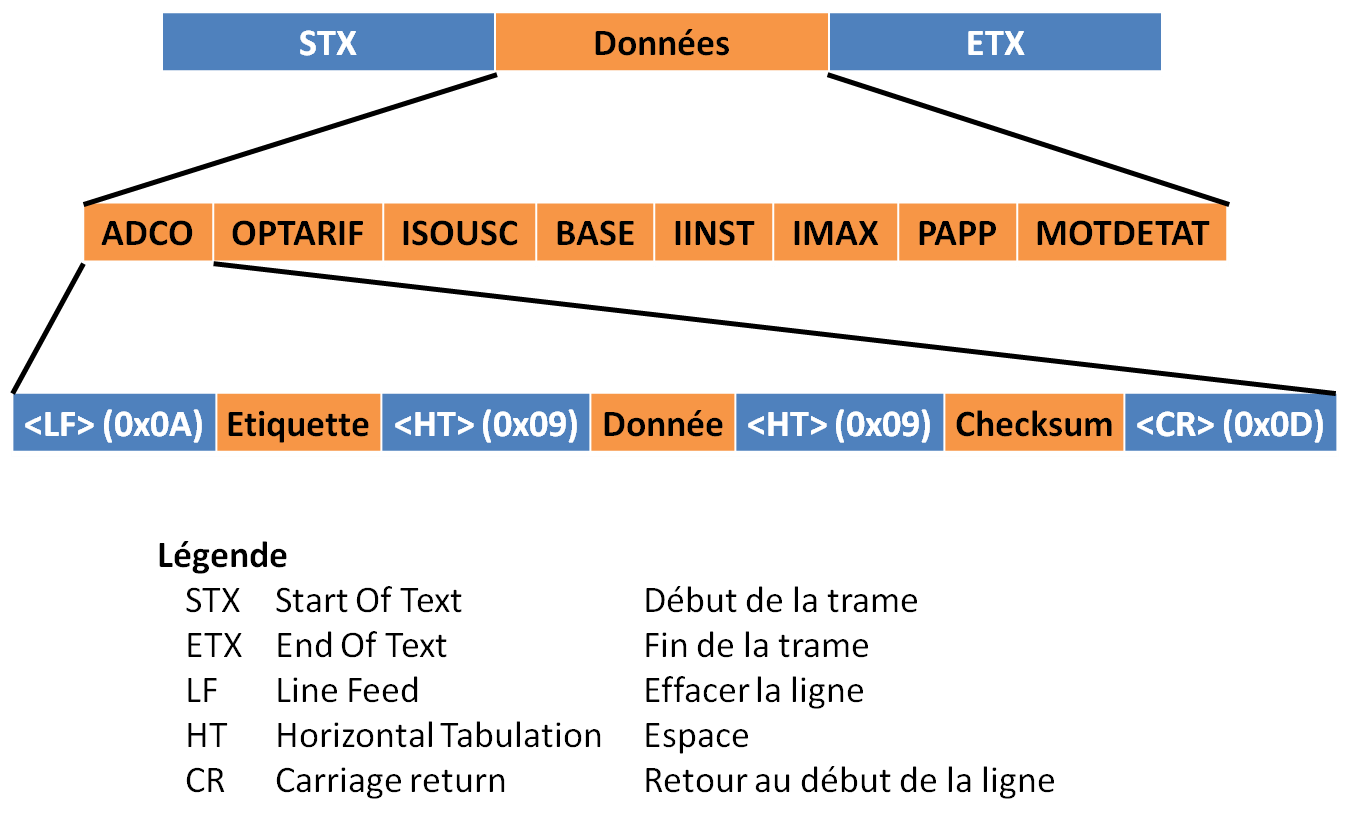


Figure – A31 - Constitution d’une trame

#### Algorithme

Le programme est structuré comme présenté par la .

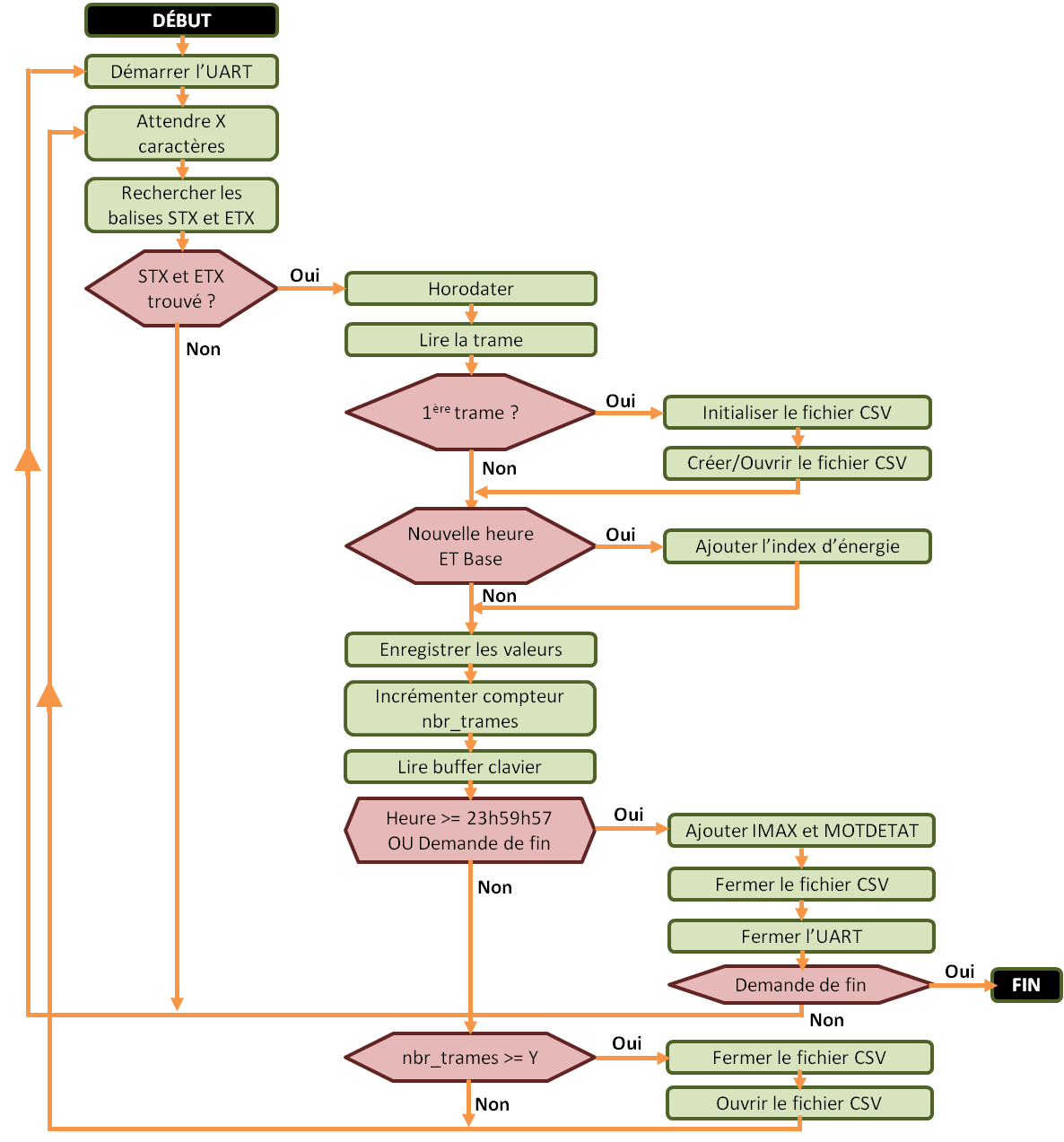


Figure – A31 - Algorithme

### A41 – Fichier csv

**ATTENTION** : En attendant d’être mis à jour, ce sont des *espace-tabulation-espace* et non un *point-virgule* qui sépare les valeurs ; aussi l’extension du fichier est .txt.

Le fichier csv est un des 2 formats de sortie, le second étant la base de donnée (cf. §VI.7).

Le nom du fichier est composé de la sorte :

Releve\_aaaa\_MM\_jj.csv

Avec aaaa l’année sur 4 chiffres, MM le mois sur 2 chiffres et jj le jour sur 2 chiffres.

Le contenu du fichier varie selon la configuration du compteur mais il peut être illustré par la . Des exemples sont accessibles sous *\Code\Compteur\_Linky\Releves\Fichiers txt*.

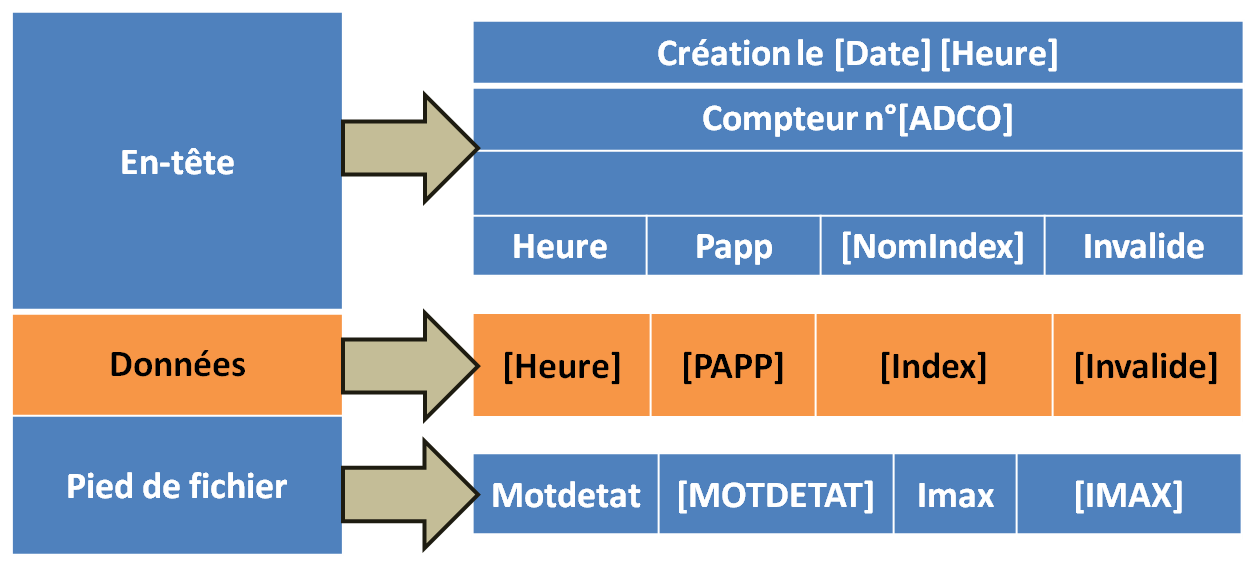


Figure – A41 - Fichier csv

[Invalide] est une synthèse sur la validité des trames. Ce calcul se base sur les cheksums reçus et calculés ; cette valeur est uniquement présente et égale à « -1 » lorsqu’il y a un écart.

Dans un souci de taille de fichier, les index d’énergie ne sont enregistrés que toutes les heures à xh00m00s avec x=[0…23]. Lorsque la PAPP n’est pas disponible (i.e. non envoyée par le compteur) l’index est enregistré à chaque trame.

Lorsque l’utilisateur demande l’arrêt du programme, le dernier index, le MOTDETAT et IMAX sont ajoutés.

A titre d’exemple, la est un extrait d’un fichier texte pour un compteur configuré en base et la pour une configuration HCHP.

Creation le 2013/12/15 00:00:02

Compteur n°271067095836

Heure Papp Base Invalide

00:00:02 00091 004312814

00:00:05 00092

00:00:08 00092

00:00:10 00092

00:00:13 00092

[…]

00:59:57 00151

00:59:58 00151

01:00:00 00152 004312900

01:00:01 00153

01:00:03 00151

[…]

23:59:56 00093 1

23:59:57 00093 1

23:59:58 00093 1

00:00:00 00093 004316605 1

Motdetat 000000 Imax 010

Figure – Extrait du fichier texte pour une configuration Base

Creation le 2013/12/28 17:10:49

Compteur n°049701078744

Heure Papp H creuses H pleines Invalide

17:10:49 098437215 131783106 -1

17:10:51 098437215 131783109

17:10:53 098437215 131783111

17:10:54 098437215 131783112

17:10:55 098437215 131783114

[…]

23:59:55 098441046 131797583

23:59:56 098441046 131797583

23:59:58 098441046 131797583

23:59:59 098441046 131797583 -1

Motdetat 000F00 Imax 049

Figure – Extrait du fichier texte pour une configuration HCHP

## A4 - Transfert

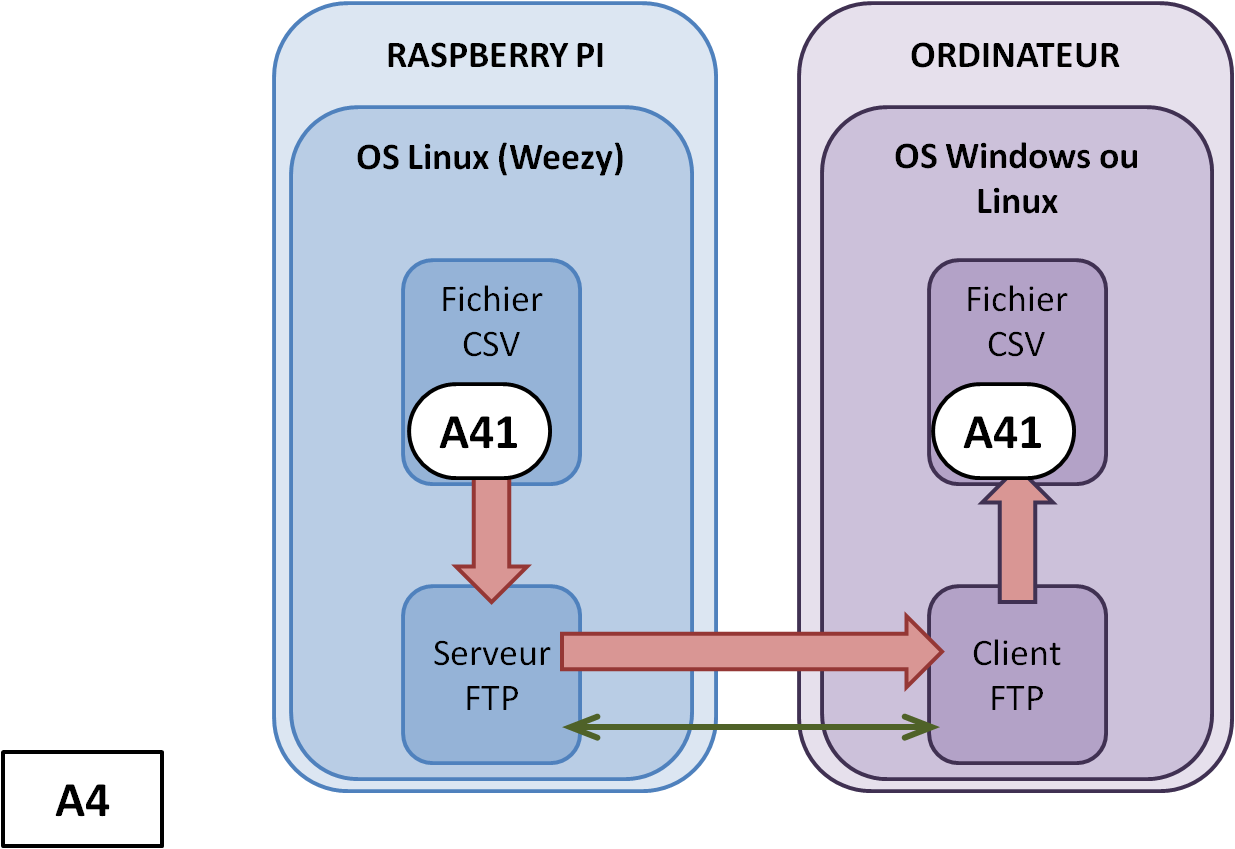


Figure - A4 - Schéma de principe

L’obtention du fichier de point s’effectue par le transfert des fichiers en utilisant le protocole FTP. Il est possible d’utiliser le client FileZilla (<http://filezilla.fr>)

Les informations de connexion sont les suivantes :

|  |  |
| --- | --- |
| **Description** | **Valeur** |
| Adresse IP de la R-Pi | 192.168.1.xxx |
| Nom du compte | pi |
| Mot de passe | xxx |
| Port | 22 |

Tableau – Configuration FTP

## A5 - Exploitation

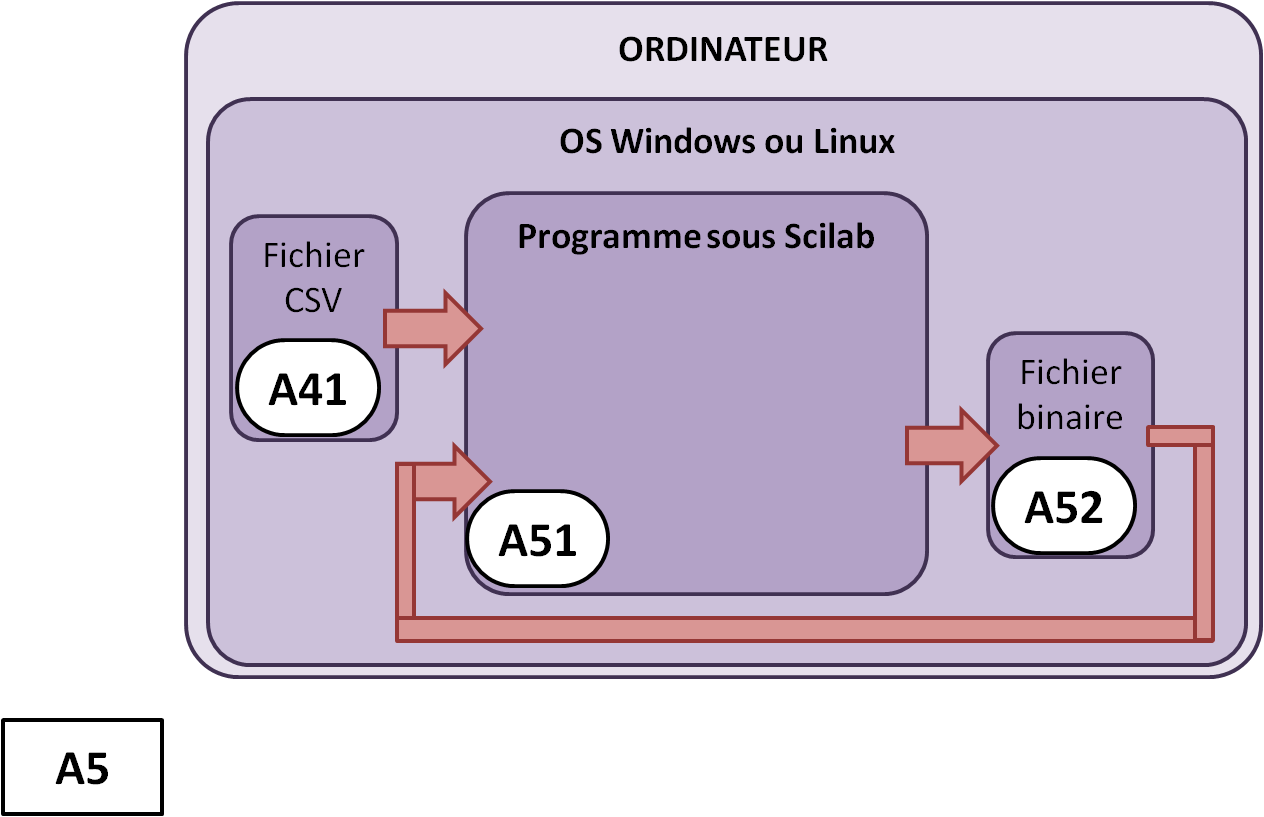
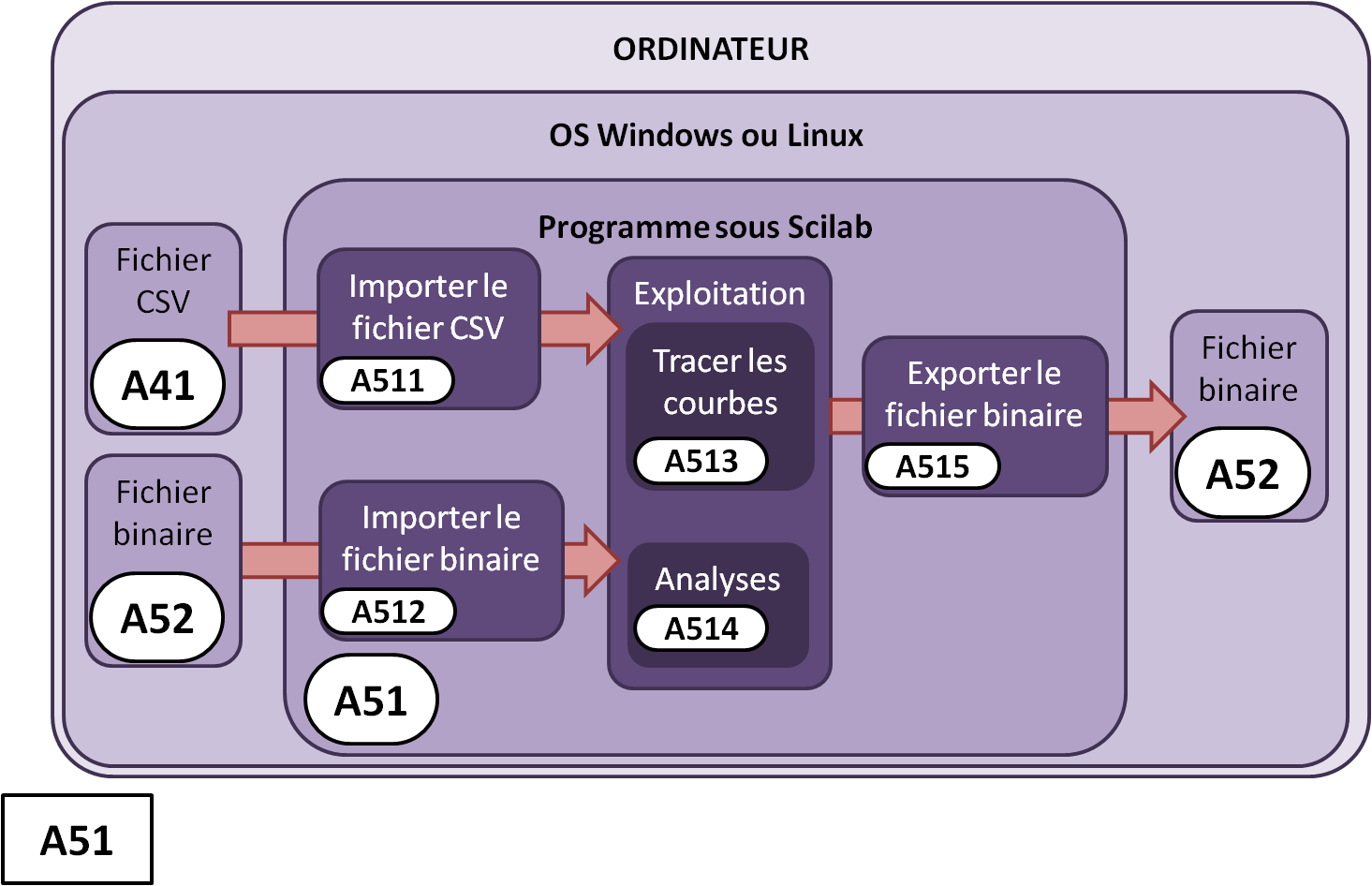


Figure - A5 - Schéma de principe

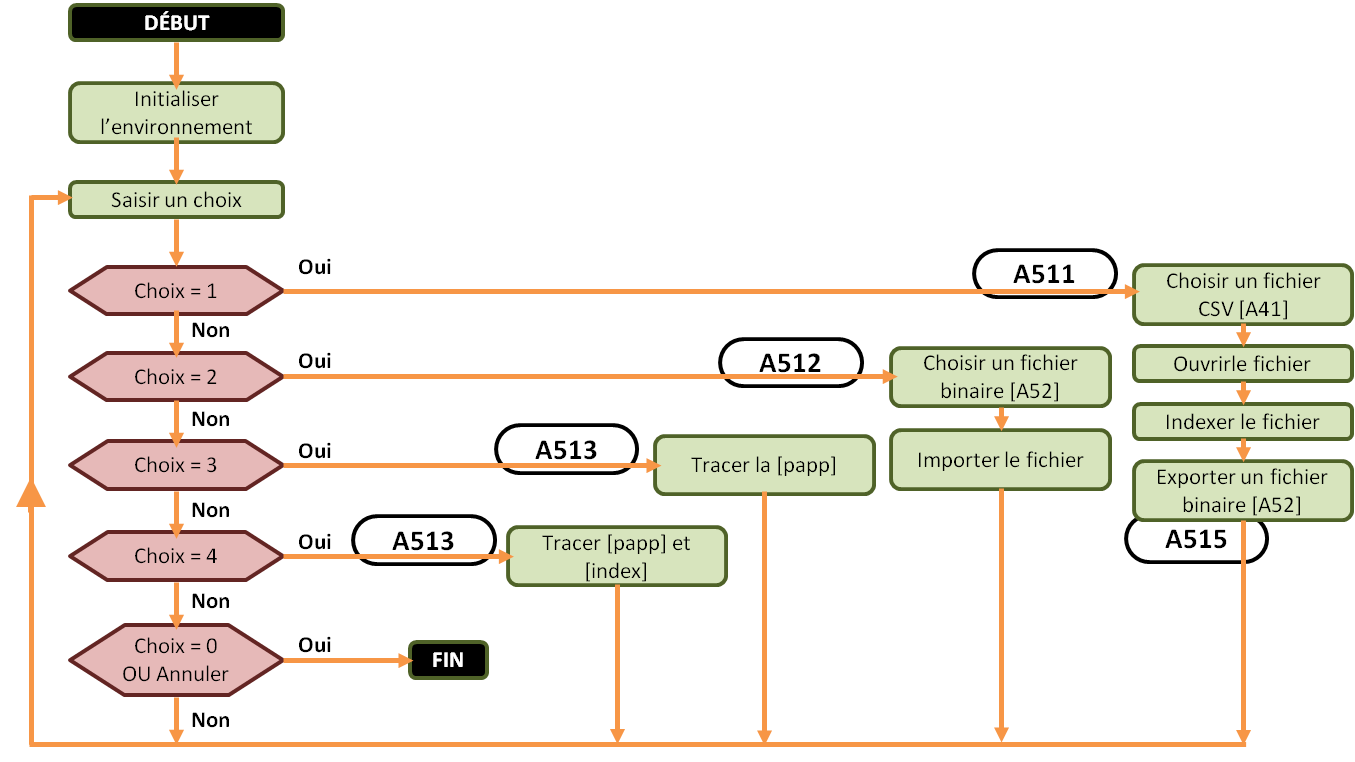
L’exploitation des relevés se fait à partir de scripts Scilab décrit dans les paragraphes suivants.

Le fichier [A52] contient les mêmes informations que [A41] mais dans un format binaire (extension .sod) qui est plus rapidement importé dans l’environnement Scilab.

### Programme sous Scilab



#### Algorithme



#### Liste des fonctions disponibles

Le liste les fonctions présentes, une liste exhaustive et à jour est fournie dans [D3].

| **NOM** | **DESCRIPTION** | **PROTOTYPE** |
| --- | --- | --- |
| **[A512] Importer le fichier binaire** | | |
| charger\_variables | Importe les variables depuis le fichier binaire [A52] | charger\_variables(dataPath2Save) |
| **[A513] Tracer les courbes** | | |
| couleur\_plot | Retourne un tableau comprenant toutes les couleurs disponibles pour tracer | couleur = couleur\_plot() |
| heures\_Abscisses | Afficher les abscisses en heure | heures\_Abscisses(nbrLignes, fenetre, graphique, temps) |
| mise\_en\_forme | Met en forme le graphique (titre, légende, échelles, couleur de fond) | mise\_en\_forme(graphique, fenetre, opt\_BackgndCouleur) |
| tracer\_2\_Graph | Tracer 2 graphs ayant des unités différentes (puissance et énergie) | tracer\_2\_Graph(stcReleve) |
| tracer\_D\_Graph | Tracer plusieurs courbes de différentes couleurs, dans 1 graph | tracer\_D\_Graph(data2plot, jour, heure) |
| tracer\_Graph | Tracer 1 graph | tracer\_Graph(data2plot, NumCompteur) |
| **[A514] Analyses** | | |
| configuration | Affiche en console et retourne des booléens avec la configuration du compteur | configuration(donnee) |
| conversion\_temps | Converti un temps en secondes en heures, minutes, secondes et affichage en console (optionnel) | duree = conversion\_temps(tempsSecondes, opt\_affichage) |
| difTemps | Calcule la différence de temps entre 2 instants | Dtemps = difTemps(heure1, heure2) |
| dimensions | Retourne la longueur ou la largeur du tableau | nombre = dimensions(data,choix) |
| energie | Retourne une chaine de caractères les énergies de début et de fin du relevé et leur unité | energieStr = energie(obs\_nbrLignes, obs\_config) |
| GlrBrandtMoy | Retourne le signal filtré par une détection de rupture, basé sur un saut de moyenne | [g,mc,kd,krmv]=GlrBrandtMoy(x,h,Nest,Ndmax) |
| HeuresFonctionnement | Comptabilise un temps (de fonctionnement) où Papp(i) >= moyenne(Papp) | [duree, moyenne] = HeuresFonctionnement(opt\_moyInact) |
| info\_compteur | Affiche en console les informations du compteur | info\_compteur(stcReleve) |
| matrice | Retourne une matrice de valeur constante | tab = matrice(nbrLignes, nombre) |
| Modifier\_Horodatage | Modifier l’horodatage | Modifier\_Horodatage(Heure, offset) |
| moyenneGlissante | Retourne le signal filtré avec un filtre à moyenne glissante | signal\_f = moyenneGlissante(signal, fenetre) |
| nom\_compteur | Retourne le nom du compteur à partir de son numéro | nom = nom\_compteur(numCompteur) |
| nom\_jour | Retourne le nom du jour | nom = nom\_jour(dateReleve) |
| nombre\_2\_Chiffres | Retourne un nombre sur 2 chiffres | strNombre = nombre\_2\_Chiffres (nombre) |
| puissMoyStr | Retourne une chaine de caractères de la puissance moyenne avec son unité | puissMoyStr = puiss\_Moyenne() |
| reglerFctDeci | Affichage du signal avant et après filtrage, pour régler les coefficients du filtre [GlrBrandtMoy] | reglerFctDeci(x, h, g, mc) |
| **[A515] Exporter le fichier binaire** | | |
| Sauve\_Variables | Sauvegarder les variables dans un fichier binaire [A52] | Sauve\_Variables (filePath, stcReleve, stcStatistiques) |

Tableau – Liste des fonctions disponubles

## A6 - Affichage

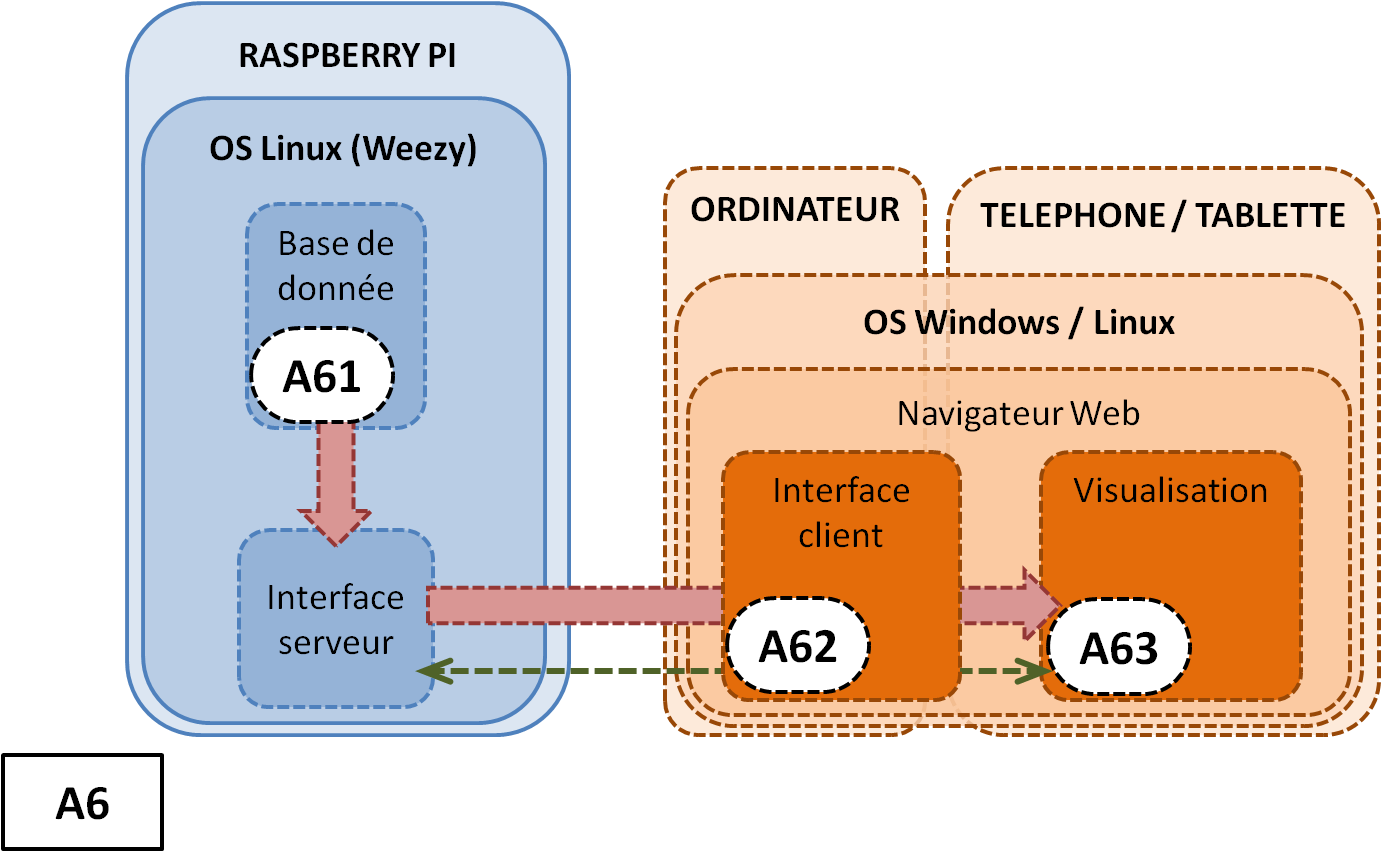


Figure - A6 - Schéma de principe

# ANNEXES

## Bibliographie

1. ERDF-NOI-CPT\_44E [www.erdf.fr/medias/DTR\_Generalites/ERDF-NOI-CPT\_44E.pdf](http://www.erdf.fr/medias/DTR_Generalites/ERDF-NOI-CPT_44E.pdf) Septembre 2013
2. Document Compteur\_energie\_zcd126\_02 <http://www.france-electric.com/compteur-electrique-monophase-edf-chauffage-90a-20kwh-c2x2206265> Septembre 2013
3. Liste exhaustive des fonctions disponiblse sous Scilab

## Compteurs Testés

Les compteurs électroniques monophasés déjà testés sont les suivants :

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Référence compteur** | **Configuration** | **Remarque** |
| Landis & Gyr ZCD126.02 |  |  |
| Linky | Base |  |
| Mt Sax **(TBD)** | Heures Pleines - Heures Creuses | Pas de Papp dans les trames |
| Claix **(TBD)** | Base |  |

## BOM

## Fichiers générés