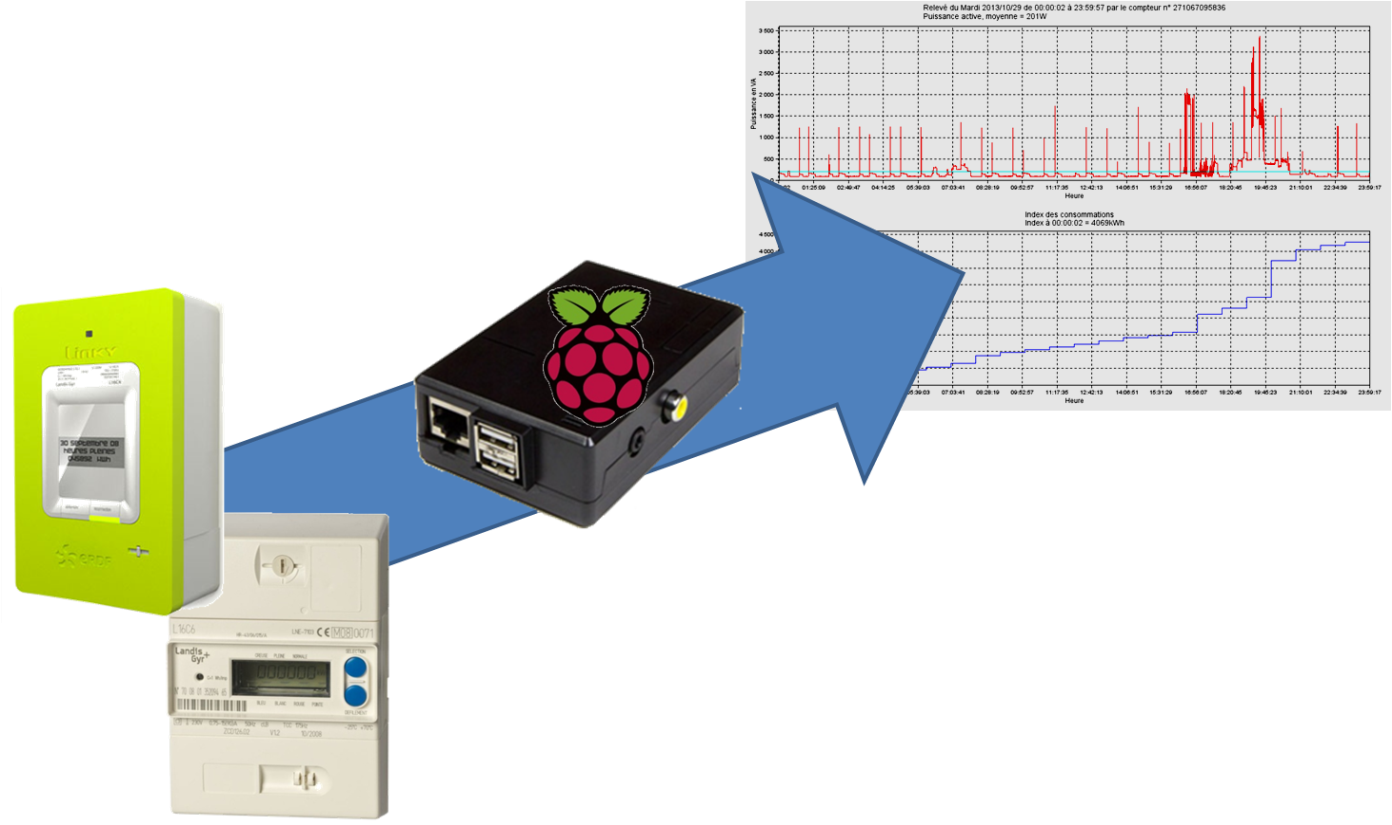
Sébastien LEMOINE <https://github.com/sebastien0/RPi.SuivitTRElec>

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



**Date :**

**Révision :**

# HISTORIQUE

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Version** | **Date** | **Description** |
| A0 | 08/2014 | Création |
| A1 | 12/2014 | Correction schémas *A2 - Schéma électrique* et *A31 – Algorithme*  Ajout *Documentation des sources* |
|  |  |  |
|  |  |  |
|  |  |  |

# SOMMAIRE

[I. HISTORIQUE 2](#_Toc405543527)

[II. SOMMAIRE 3](#_Toc405543528)

[III. ILLUSTRATIONS 5](#_Toc405543529)

[III.1. Liste des figures 5](#_Toc405543530)

[III.2. Liste des tableaux 5](#_Toc405543531)

[IV. LEXIQUE 6](#_Toc405543532)

[V. DESCRIPTION 7](#_Toc405543533)

[VI. CONFIGURATION DE LA R-PI 8](#_Toc405543534)

[VII. ARCHITECTURE 9](#_Toc405543535)

[VII.1. A-0 - Architecture Générale 9](#_Toc405543536)

[VII.1.1. Schéma de principe 9](#_Toc405543537)

[VII.2. A1 - Compteur ERDF 10](#_Toc405543538)

[VII.3. A2 – Conditionnement 10](#_Toc405543539)

[VII.3.1. Schéma de principe 10](#_Toc405543540)

[VII.4. A3 - Acquisition – Stockage 12](#_Toc405543541)

[VII.4.1. Schéma de principe 12](#_Toc405543542)

[VII.4.2. A31 –Programme en C 12](#_Toc405543543)

[VII.4.2.1. Synoptique d’une trame 12](#_Toc405543544)

[VII.4.2.2. Algorithme 14](#_Toc405543545)

[VII.5. A4 – Transfert 15](#_Toc405543546)

[VII.5.1. Schéma de principe 15](#_Toc405543547)

[VII.5.2. A41 – Fichier csv 15](#_Toc405543548)

[VII.6. A5 – Exploitation 18](#_Toc405543549)

[VII.6.1. Schéma de principe 18](#_Toc405543550)

[VII.6.2. Programme sous Scilab 19](#_Toc405543551)

[VII.6.3. Schéma de principe 19](#_Toc405543552)

[VII.6.3.1. Algorithme 19](#_Toc405543553)

[VII.6.3.2. Liste des fonctions disponibles 20](#_Toc405543554)

[VII.7. A6 – Affichage 21](#_Toc405543555)

[VII.7.1. Schéma de principe 21](#_Toc405543556)

[VIII. ANNEXES 23](#_Toc405543557)

[VIII.1. Bibliographie 23](#_Toc405543558)

[VIII.2. Compteurs Testés 23](#_Toc405543559)

[VIII.3. BOM 23](#_Toc405543560)

[VIII.4. Fichiers générés 23](#_Toc405543561)

[VIII.5. Documentations des sources 23](#_Toc405543562)

[VIII.5.1. Code C 23](#_Toc405543563)

[VIII.5.2. Scripts Scilab 24](#_Toc405543564)

# ILLUSTRATIONS

## Liste des figures

[Figure 1 - A-0 - Schéma de principe 9](#_Toc405543565)

[Figure 2 - A2 - Schéma de principe 10](#_Toc405543566)

[Figure 3 - A2 - Schéma électrique 11](#_Toc405543567)

[Figure 4 - A3 - Schéma de principe 12](#_Toc405543568)

[Figure 5 – A31 - Constitution d’une trame 13](#_Toc405543569)

[Figure 6 – A31 - Algorithme 14](#_Toc405543570)

[Figure 7 - A4 - Schéma de principe 15](#_Toc405543571)

[Figure 8 – A41 - Fichier csv 16](#_Toc405543572)

[Figure 9 – Extrait du fichier csv pour une configuration Base 16](#_Toc405543573)

[Figure 10 – Extrait du fichier texte pour une configuration Base 17](#_Toc405543574)

[Figure 11 – Extrait du fichier texte pour une configuration HCHP 18](#_Toc405543575)

[Figure 12 - A5 - Schéma de principe 18](#_Toc405543576)

[Figure 13 - A6 - Schéma de principe 21](#_Toc405543577)

[Figure 14 – Documentation, configuration 24](#_Toc405543578)

[Figure 14 – Configuration, exemple de balises 25](#_Toc405543579)

## Liste des tableaux

[Tableau 1 – Configuration FTP 15](#_Toc405543580)

[Tableau 2 – Liste des fonctions disponibles 21](#_Toc405543581)

[Tableau 3 – Documentation, liste des balises 25](#_Toc405543582)

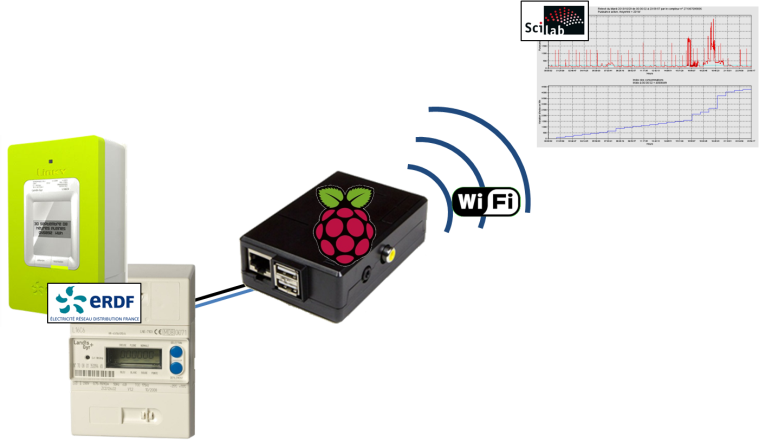
# LEXIQUE

| **Acronyme** | **Description** |
| --- | --- |
| **BOM** | **B**ill **O**f **M**aterials, nomenclature |
| **Checksum** | Somme de contrôle |
| **ERDF** | **É**lectricité **R**éseau **D**istribution **F**rance |
| **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 |
| **R-Pi** | **R**aspberry-**Pi** |
| **SSH** | **S**ecure **SH**ell |
| **TR** | **T**emps **R**éel |
| **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, d’une Raspberry-Pi ([www.raspberrypi.org](http://www.raspberrypi.org)) et de quelques composants électroniques.



Il est possible de se connecter sur tout type de compteur électronique possédant une sortie liaison série. Se reporter au *§VIII.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

### Schéma de principe

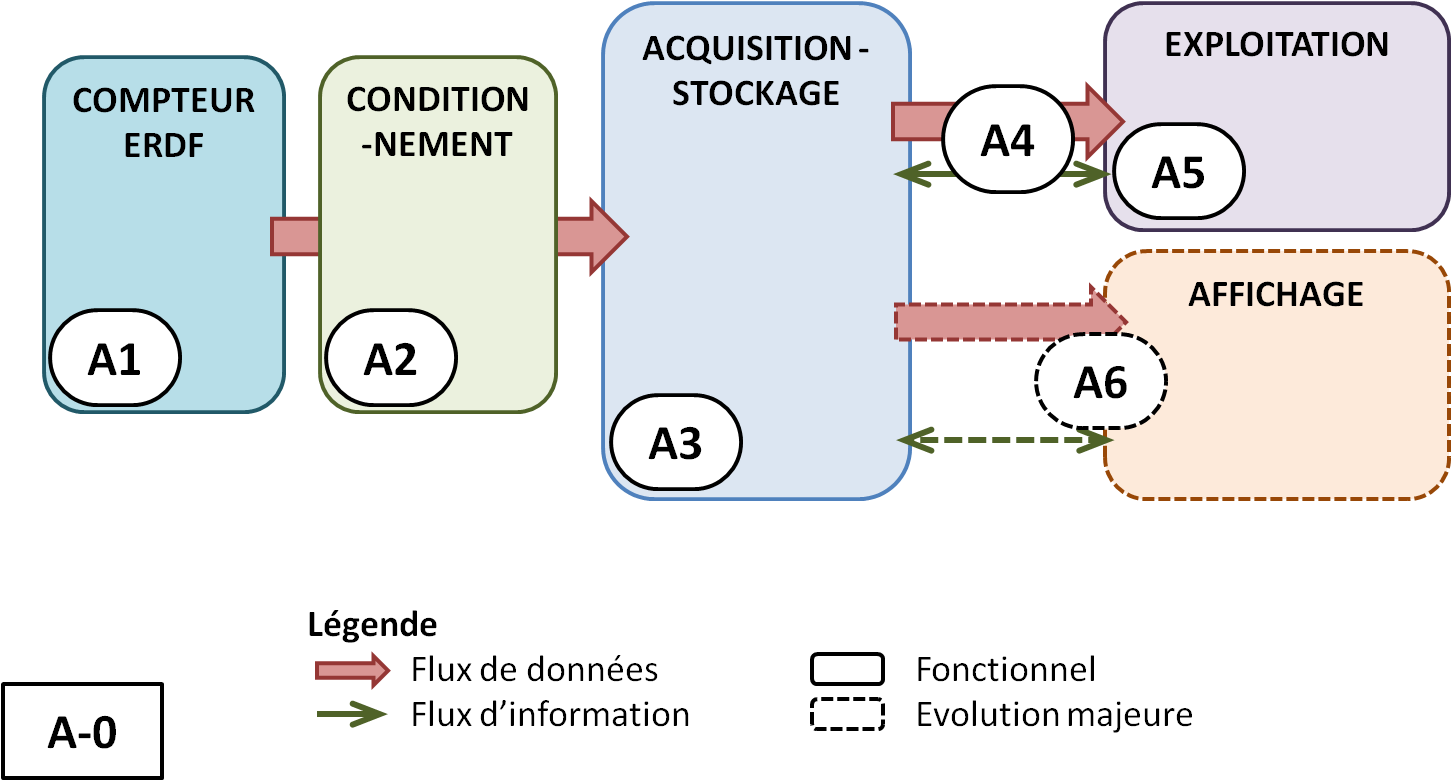


Figure - A-0 - Schéma de principe

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **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 :

* source de courant,
* 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 §VII.4.2.1.

## A2 – Conditionnement

### Schéma de principe

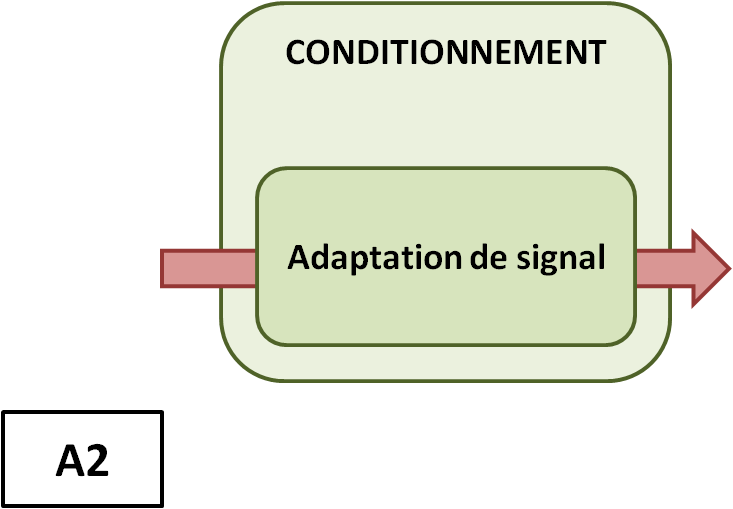


Figure - A2 - Schéma de principe

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

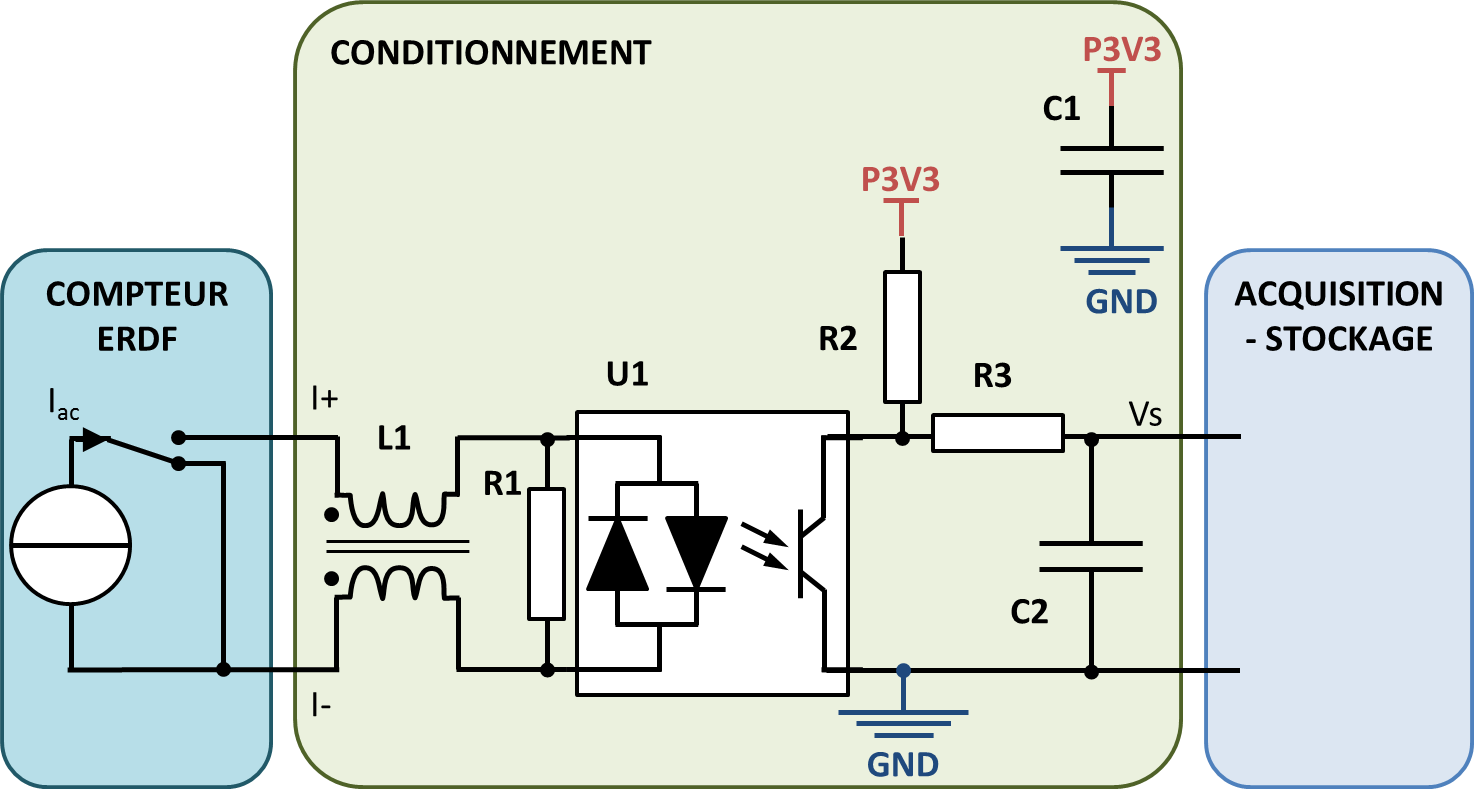


Figure - A2 - Schéma électrique

Nota : Le compteur ERDF est une modélisation électrique.

La fréquence du courant porteur Iac est à 50kHz. L’optocoupleur U1 est naturellement lent à la commutation et filtre le 50kHz d’où Vs un signal carré à logique positive.

L1 est un filtre de mode commun et le filtre composé par R2, R3 et C2 est fixé à fc ≈ 10\*fRS232 = 12kHz

## A3 - Acquisition – Stockage

### Schéma de principe

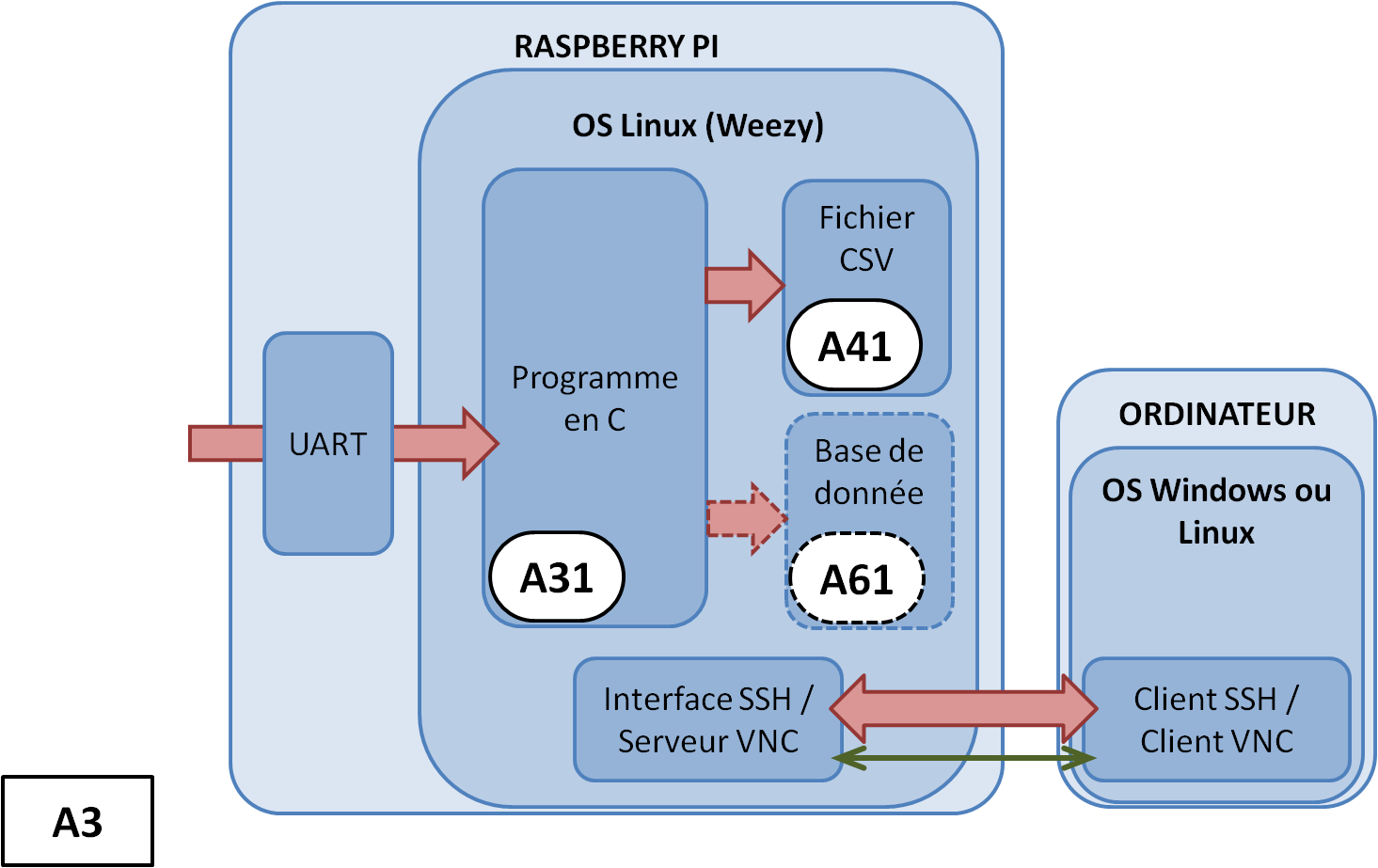


Figure - A3 - Schéma de principe

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 *Figure 5*. Envoyées en boucle, leur contenu peut varier selon le compteur ou la configuration utilisée (Base, HCHP, …).

L’algorithme du programme est donnée dans le *§VII.4.2.2*.

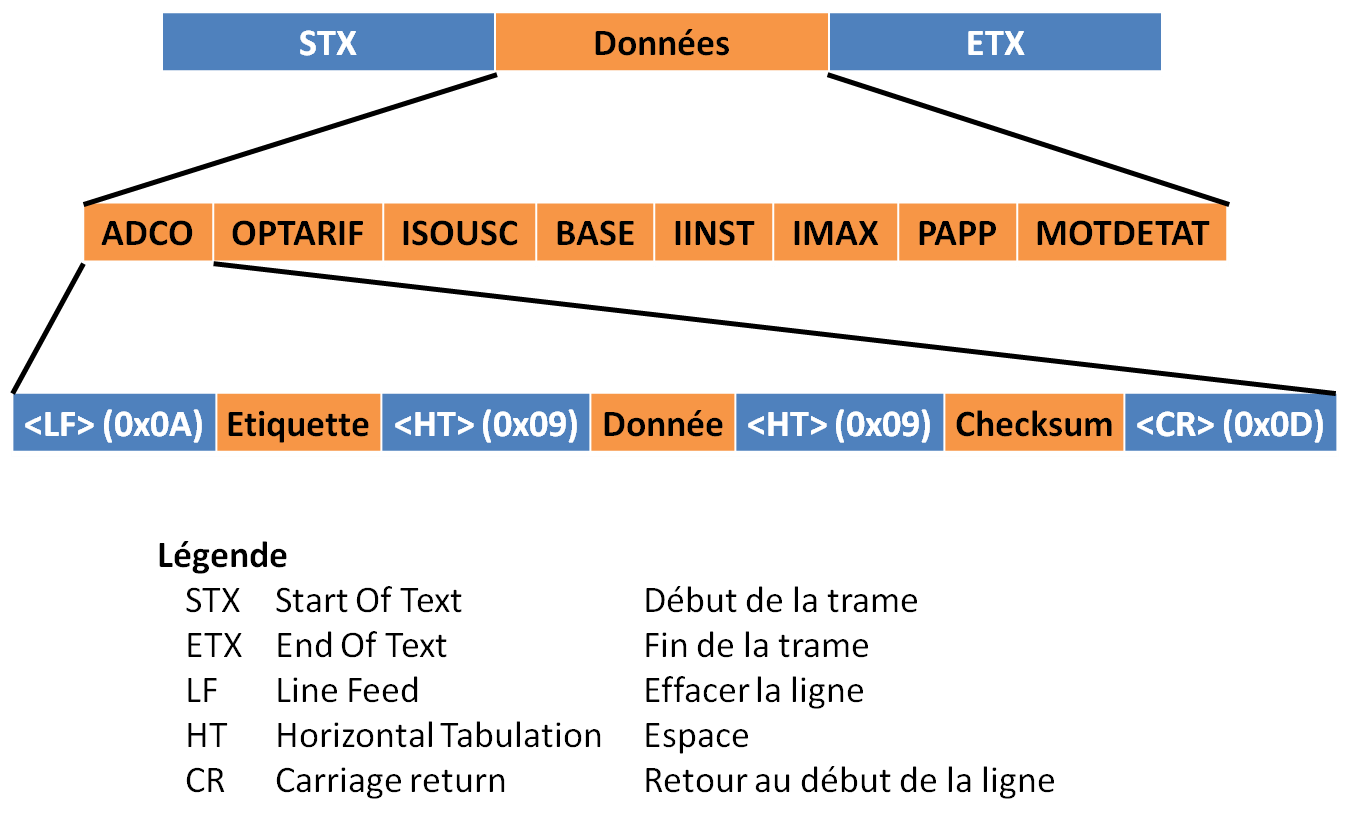


Figure – A31 - Constitution d’une trame

#### Algorithme

Le programme est structuré comme présenté par la *Figure 6*.

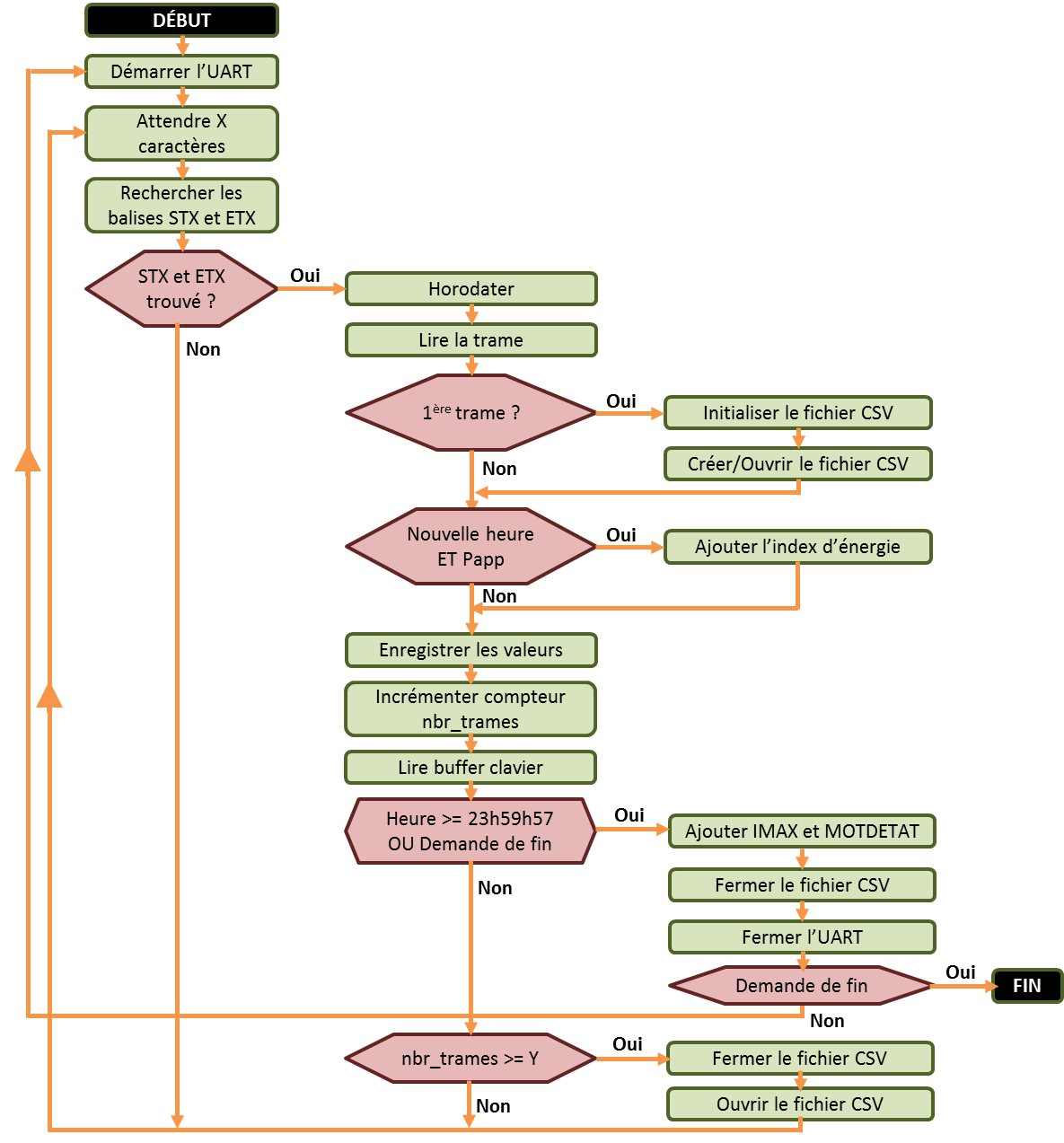


Figure – A31 - Algorithme

## A4 – Transfert

### Schéma de principe

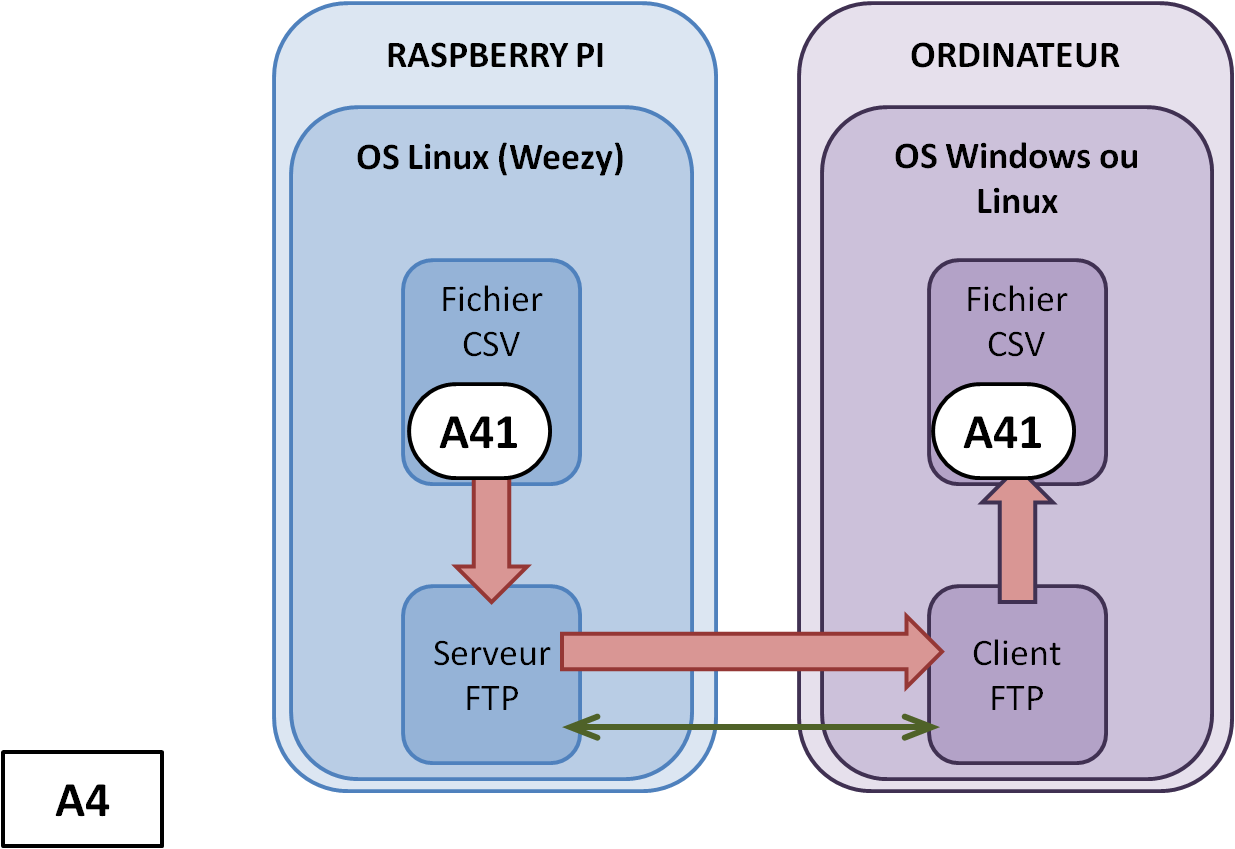


Figure - A4 - Schéma de principe

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 |
| Protocole | SFTP |

Tableau – Configuration FTP

### A41 – Fichier csv

Le fichier CSV est un des 2 formats de sortie, le second étant la base de donnée (cf. §VII.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 *Figure 8*. Des exemples sont accessibles sous .*\Code\Compteur\_Linky\Releves\Fichiers csv*.

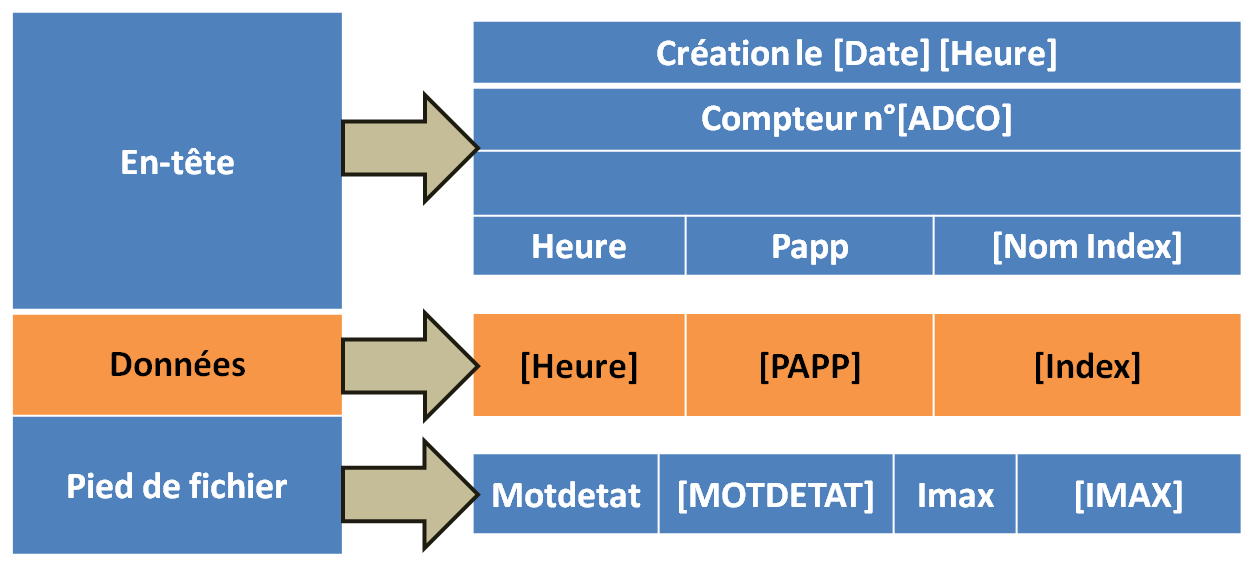


Figure – A41 - Fichier csv

Dans un souci de taille de fichier, les index d’énergie ne sont enregistrés que toutes les heures à xh00m00s ±2s 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, le champ Papp est alors vide.

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

La *Figure 10* est un extrait d’un fichier csv pour un compteur configuré en Base.

Creation;2013/12/15

Compteur;271067095836;Isousc;30

Heure;Papp;Base

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;

23:59:57;00093;

23:59:58;00093;

23:59:59;00093;004316605

Motdetat;000000;Imax;010

Figure – Extrait du fichier csv pour une configuration Base

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

La *Figure 10* est un extrait d’un fichier texte pour un compteur configuré en base et la *Figure 11* pour une configuration HCHP.

[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 » ou « -1 » lorsqu’il y a un écart.

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

## A5 – Exploitation

### Schéma de principe

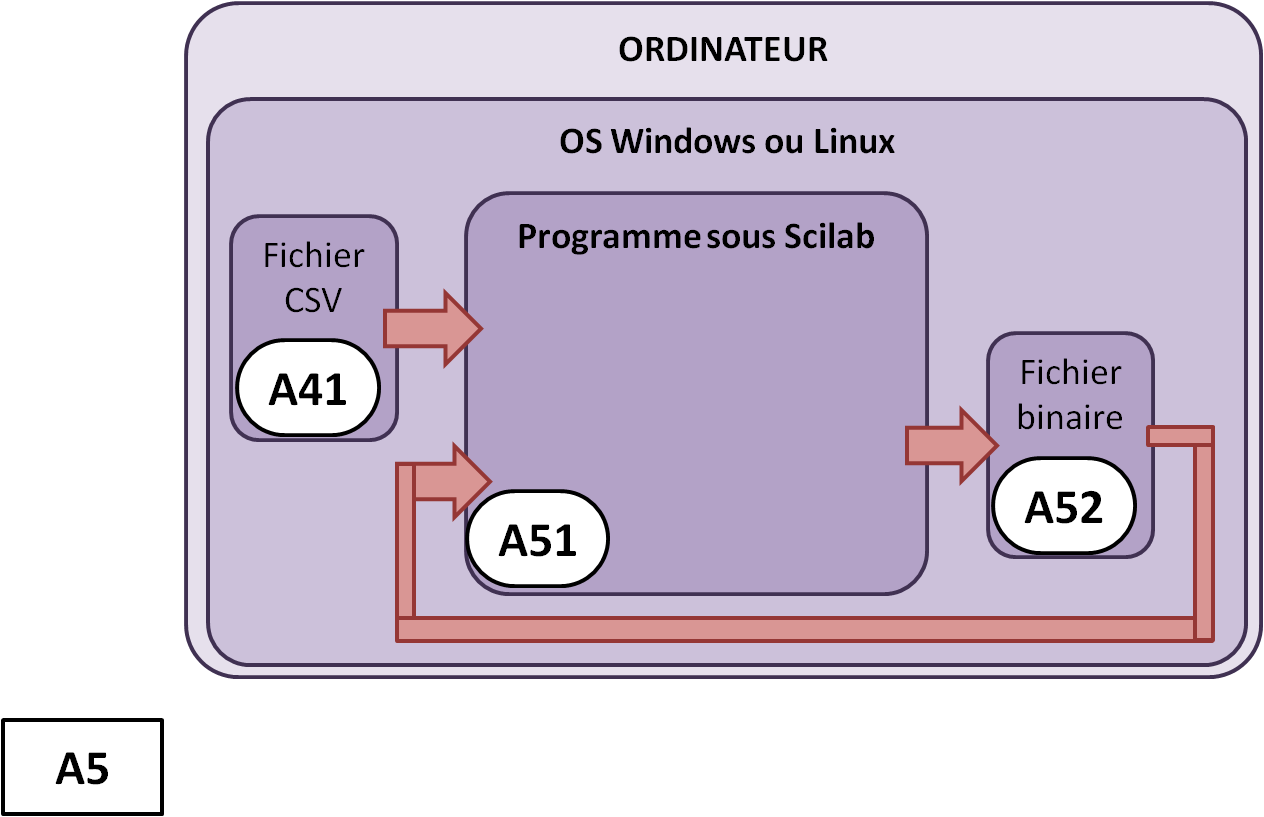


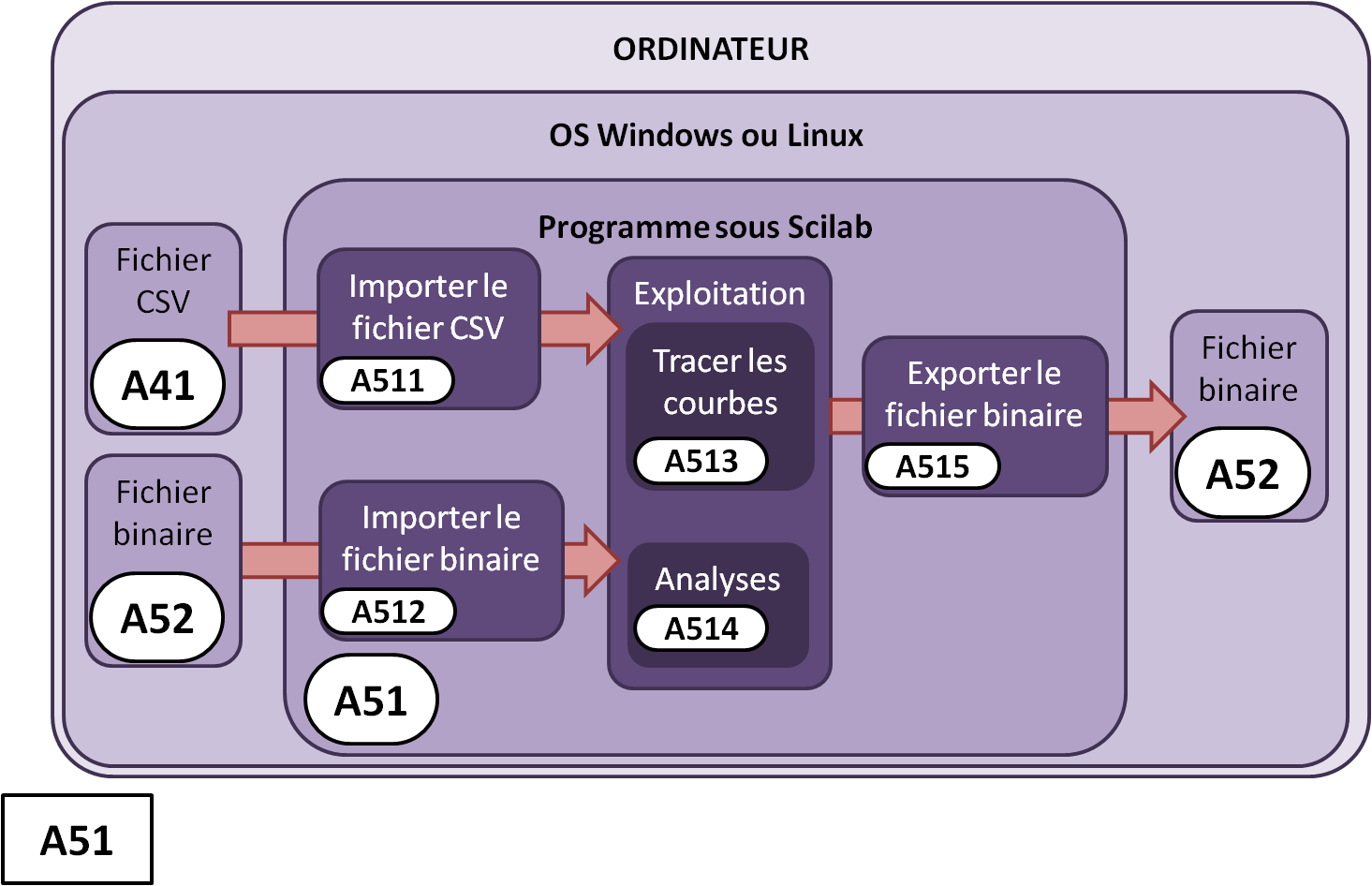
Figure - A5 - Schéma de principe

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

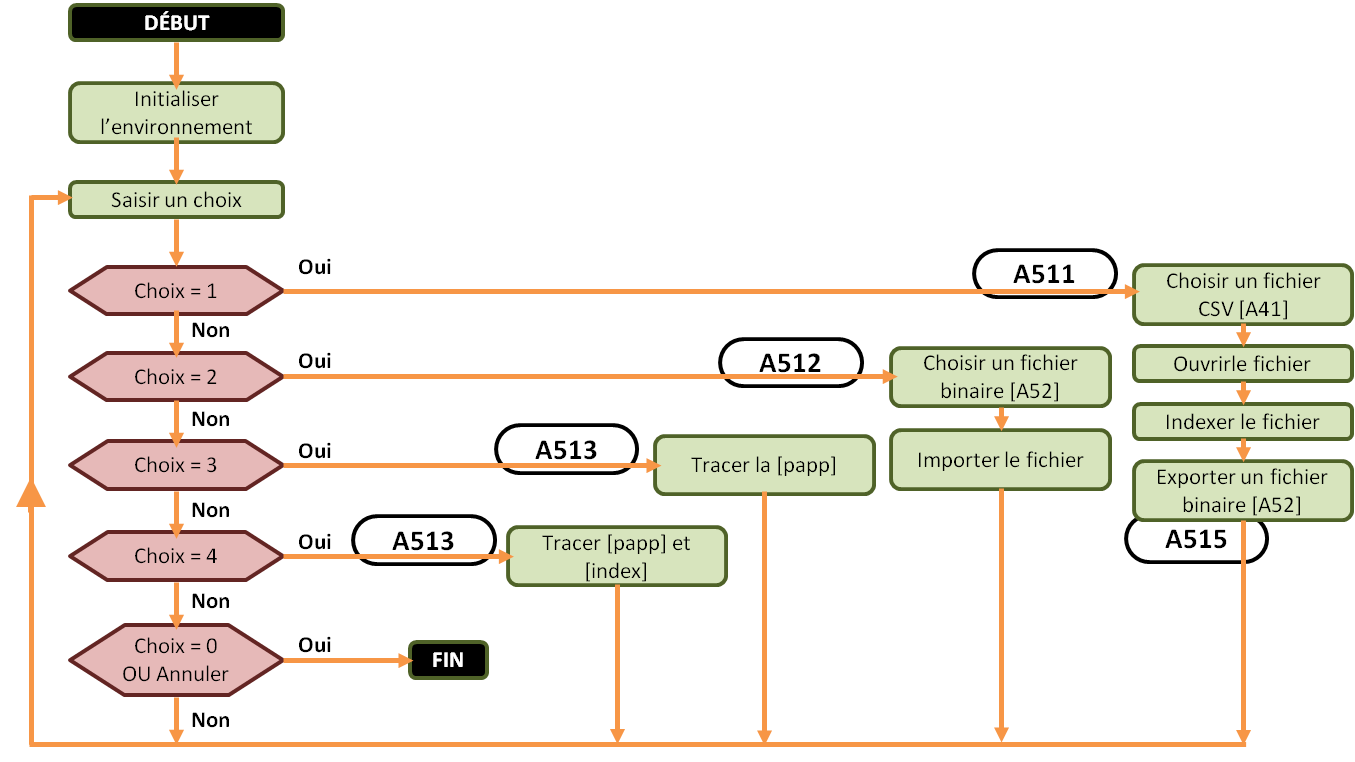
Le fichier [A52] contient les mêmes informations que [A41] mais dans un format binaire (extension .sod) qui est plus rapidement importé dans l’environnement Scilab.

### Programme sous Scilab

### Schéma de principe



#### Algorithme



#### Liste des fonctions disponibles

Le *Tableau 2* 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 disponibles

## A6 – Affichage

### Schéma de principe

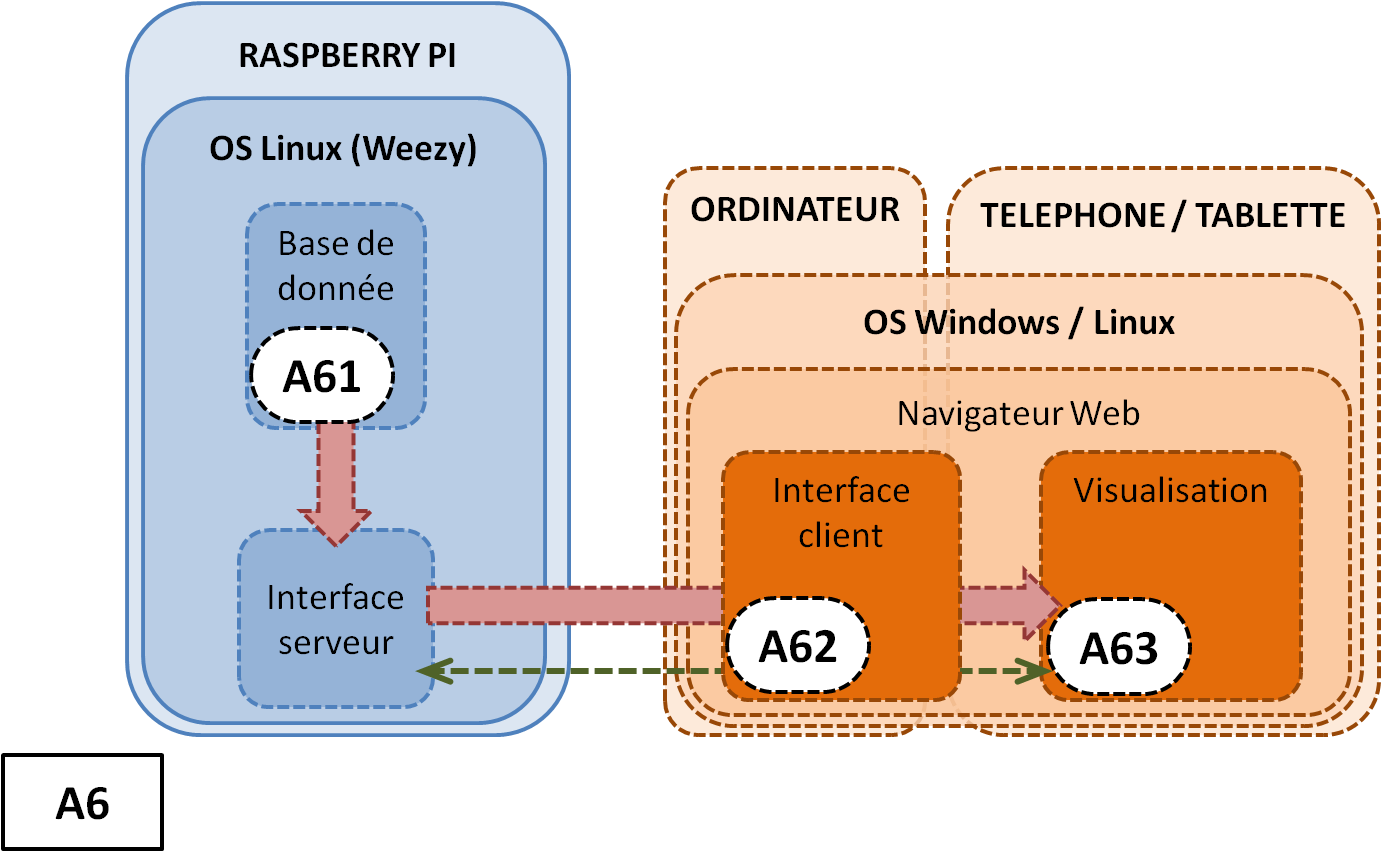


Figure - A6 - Schéma de principe

# 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 disponibles 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

## Documentations des sources

### Code C

L’exécution du fichier de configuration *.\Code\Compteur\_LinkyConfiguration.dxgn* permet de documenter le code présent dans les répertoires *.\Code\Compteur\_Linky\Sources\src* et *.\Code\Compteur\_Linky\Sources\inc.*

Le format de sortie est un ensemble de fichiers .html comprenant la liste des *bugs*, des *todos*, des *fichiers* et des *fonctions* comme il est possible de voir dans le fichier ci-dessous. Le point d’entrée étant le fichier *index.html*.



Pour d’informations sur <http://www.stack.nl/~dimitri/doxygen/manual/commands.html>

### Scripts Scilab

L’exécution du script *.\Scilab\DOCUMENTER.sce* permet de documenter les scripts présents dans le répertoire *.\Scilab\Sources* à la manière de Doxygen.

Le format de sortie est un fichier .txt comprenant la liste des *bugs*, des *todos*, des *structures*, des *fichiers* et des *fonctions* comme il est possible de voir dans le fichier ci-dessous. L’affichage en console permet de suivre l’exécution et de voir les éventuelles erreurs.



La configuration s’effectue dans le script *DOCUMENTER.sce.* Comme décrit par la *Figure 14*,il faut renseigner le *chemin du répertoire cible*, le *nom du fichier* *de sortie* et le *nom du projet*.

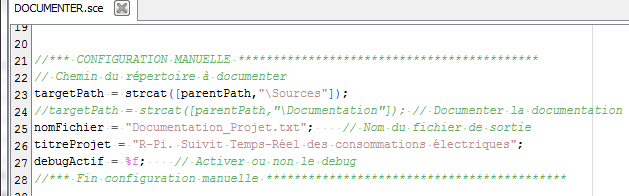


Figure – Documentation, configuration

Les balises prises en charge sont données dans le *Tableau 3*, quelle que soit leur casse. La *Figure 15* illustre comment intégrer les balises dans un fichier ou une fonction.

| **Balise** | **Description** | **Fichier** | **Fonction** | **Restriction** |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| todo | A faire | X | X |  |
| bug | Problèmes | X | X |  |
| version | Version | X |  |  |
| author | Auteur | X |  |  |
| date | Date du fichier | X |  |  |
| brief | Résumé | X | X |  |
| fn | Prototype |  | X | Cette balise doit être la première ligne d’une fonction |
| param | Paramètre |  | X |  |
| return | Retour |  | X |  |
| stc | Structure | X |  |  |

Tableau – Documentation, liste des balises

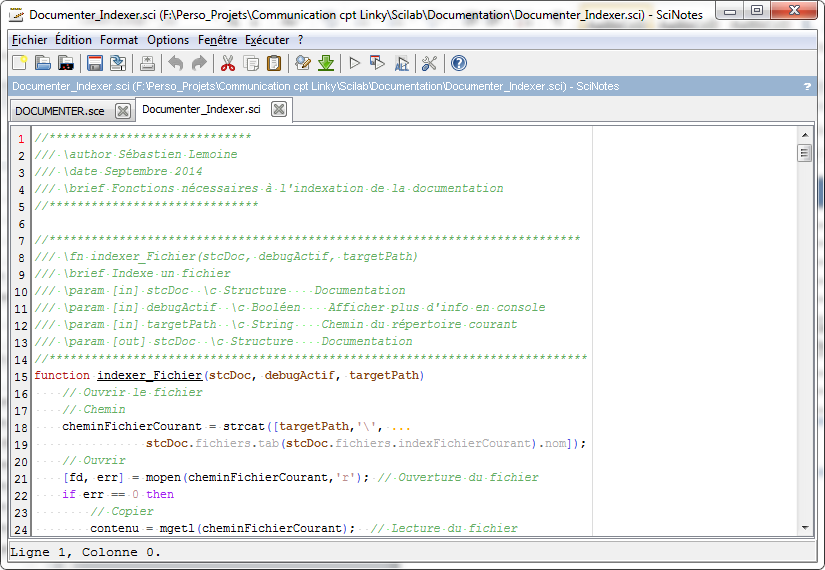


Figure – Configuration, exemple de balises