

# BORNE PLC POUR LA CAMPAGNE DE MESURES DE L'OFCOM

Mars 2004



Markus Schneider  
Raphaël Favre  
Patrick Favre

---

## 1 TABLE DES MATIÈRES

---

|     |  |    |
|-----|--|----|
| 1   | Table des matières.....  | 2  |
| 2   | Introduction.....  | 3  |
| 3   | impératives de la borne PLC.....   | 4  |
| 3.1 | Méthode de mesure.....   | 4  |
| 3.2 | Exploitation des modems.....   | 4  |
| 3.3 | Rayonnement perturbateur maximal dans le bâtiment et reproductibilité des mesures.....   | 4  |
| 4   | Synoptique de la borne PLC.....  | 5  |
| 5   | Détails de fabrication.....  | 6  |
| 5.1 | Liaison entre les deux modems.....   | 7  |
| 5.2 | Absence d'émission du deuxième modem sur le réseau électrique.....   | 8  |
| 5.3 | Alimentation de la borne PLC.....  | 8  |
| 6   | Transfert de donnée entre deux PC.....   | 9  |
| 7   | Annexes.....   | 11 |
| 7.1 | Perturbations de la borne PLC sur le port d'alimentation (modems actifs).....  | 11 |
| 7.2 | Perturbations de la borne PLC sur le port de perturbation (modems actifs).....   | 12 |
| 7.3 | Perturbations de la borne PLC sur le port d'alimentation et de perturbation (Modems actifs).....   | 13 |
| 7.4 | Perturbations de la borne PLC sur le port d'alimentation et de perturbation avec un ordinateur branché à la borne PLC (Modems actifs)..... | 14 |
| 7.5 | Schéma de l'alimentation 9V pour les modems.....   | 15 |

---

## 2 INTRODUCTION

---

L'OFCOM va démarrer une campagne de mesure PLC (PowerLine Communication) prochainement. Celle-ci sera effectuée avec des modems de technologie Homeplug 1.0 disponibles actuellement sur le marché. Cette campagne de mesure s'effectuera dans différents types de bâtiments, à savoir des maisons familiales, des immeubles et des bâtiments industriels.

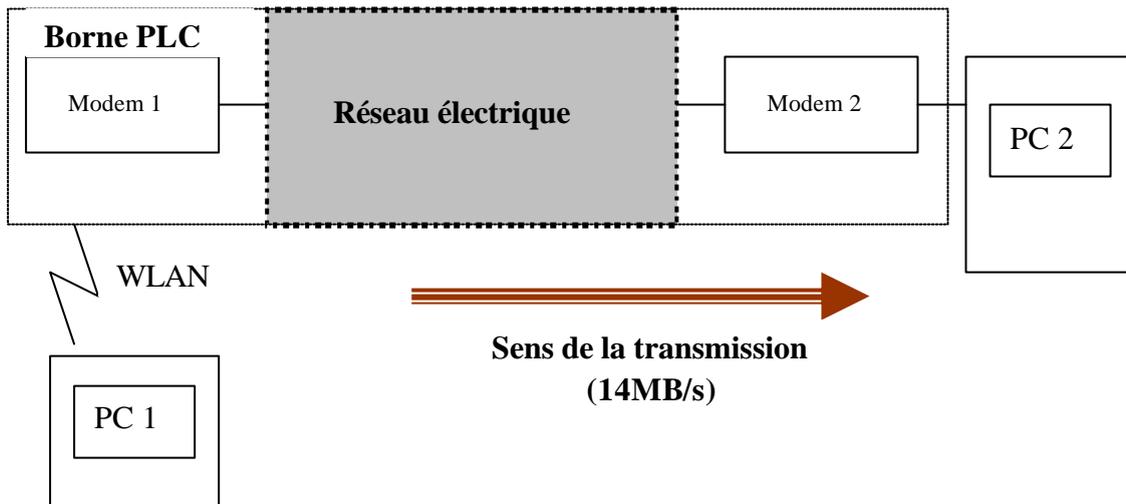


Figure 1: Schéma bloc du système

Il s'agit donc de fabriquer le système PLC ci-dessus permettant d'effectuer la campagne de mesure de l'OFCOM. Les différentes impératives de la borne PLC seront énoncées dans la suite de ce rapport.

### 3.1 METHODE DE MESURE

A l'intérieur du bâtiment, à chacun des emplacements de mesure, une antenne mesure le rayonnement perturbateur dans une bande de fréquence donnée et dans les 3 trois axes orthogonaux.

La séquence de mesure dans chacun des axes est la suivante:

- mesure sans perturbations PLC
- mesure RMS avec perturbations PLC
- mesure crête avec perturbations PLC

Pour chacun des axes mesurés, on doit garantir que les mêmes porteuses des modems soient actives, indépendamment des perturbations non-PLC présentes sur le réseau au moment de la mesure. En outre, on doit garantir qu'aucune porteuse PLC ne soit active dans la première phase.

### 3.2 EXPLOITATION DES MODEMS

Les modems possèdent une gestion interne des fréquences que l'on ne peut bloquer ou commander. C'est pourquoi nous devons trouver une astuce pour réaliser les objectifs en tenant compte des constatations suivantes lors de l'essai des modems:

- Les modems restent partiellement actifs lorsque l'on ne transmet aucune donnée.
- Les modems ne sont inactifs que lorsque l'on coupe leur alimentation (230V).
- Les porteuses sont déclenchées si leurs bandes de fréquence spécifique sont trop polluées.
- Chaque porteuse émet à la puissance nominale (-50dBm/Hz) si elle est active.
- Les porteuses correspondantes aux bandes radioamateur sont désactivées en permanences.

### 3.3 RAYONNEMENT PERTURBATEUR MAXIMAL DANS LE BATIMENT ET REPRODUCTIBILITE DES MESURES

Afin d'obtenir un résultat reproductible, le setup de mesure doit réunir les conditions suivantes lors de la mesure des perturbations PLC.

- La puissance maximale doit être injectée sur le réseau.
- Le spectre maximal doit être utilisé par les modems.
- La source doit être ponctuelle afin de ne pas favoriser le rayonnement d'un tronçon du réseau électrique par rapport à un autre.

Pour répondre aux différentes impératives mentionnées précédemment le système doit comprendre :

- Un commutateur HF permettant l'enclenchement et le déclenchement de la borne PLC à distance afin de garantir aucun rayonnement de la borne lors de la mesure sans perturbation.
- Une alimentation pour les modems étant donné que seul un des modem sera branché au réseau électrique mais que les deux doivent fonctionner.
- Des filtres CEM afin de limiter les perturbations émises par la borne PLC.

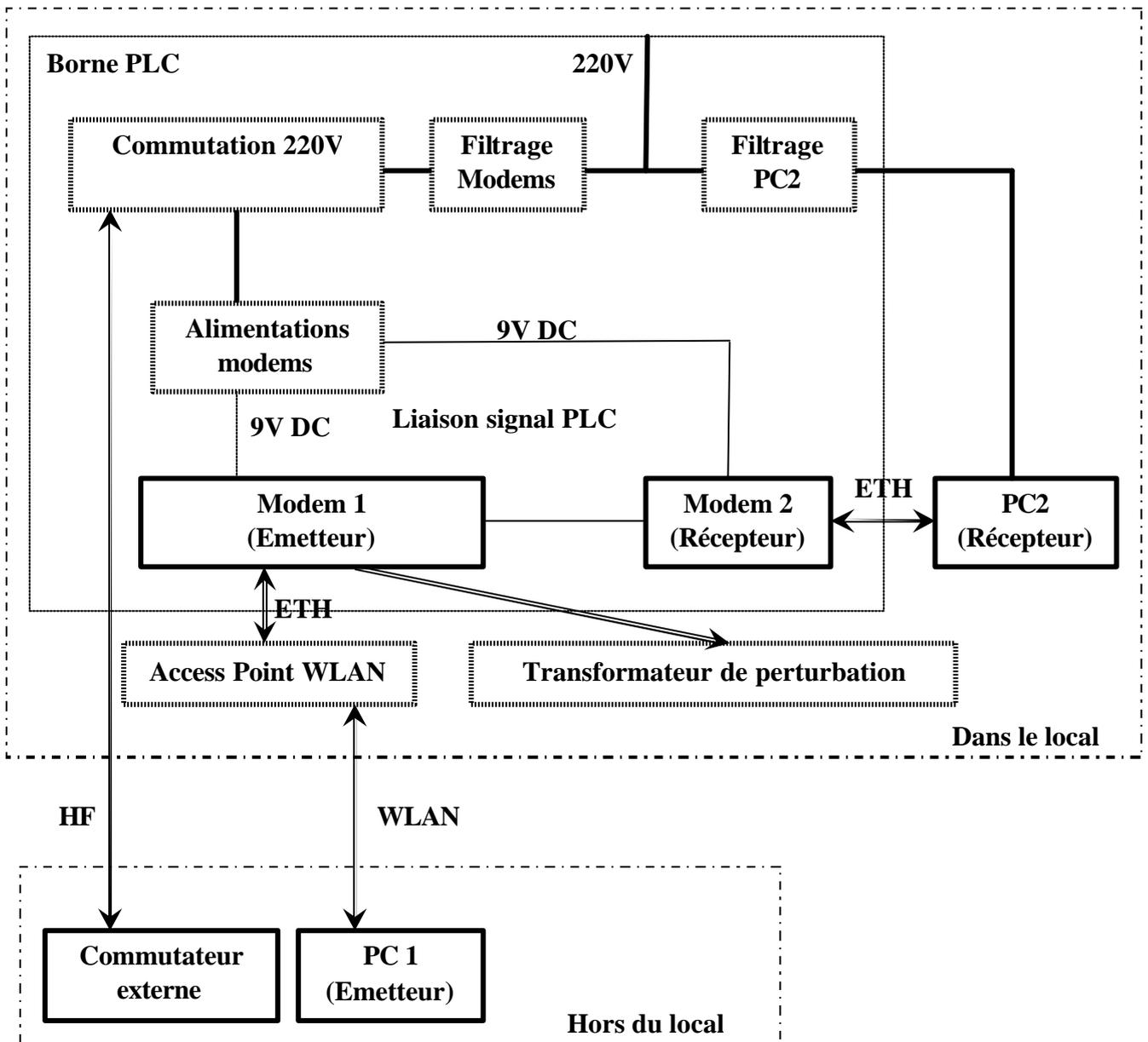


Figure 2: Schéma détaillé du système

Dans cette partie nous allons décrire brièvement les aspects techniques des différentes parties de la borne PLC à savoir :

- La liaison entre les deux modems.
- L'absence d'émission du deuxième modem sur le réseau électrique.
- L'alimentation de la borne PLC.

Le résultat final, vu de l'intérieur est le suivant :

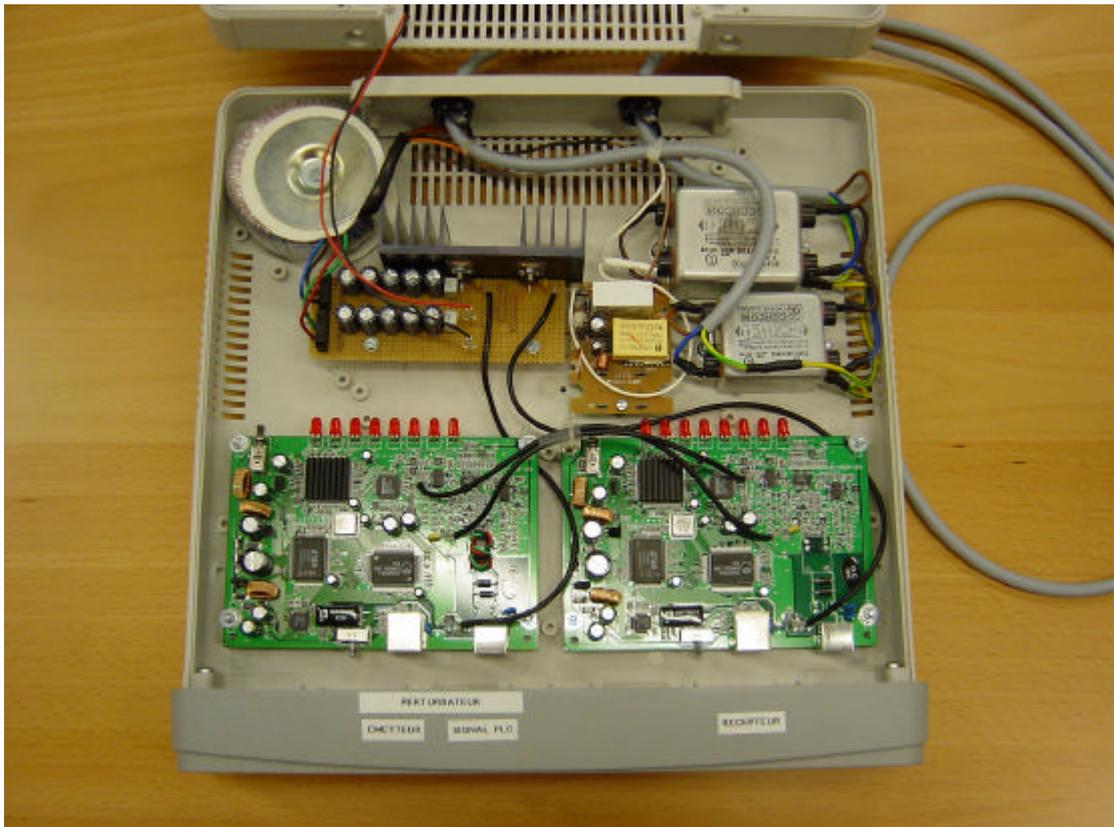


Figure 3: Réalisation de la borne PLC

## 5.1 LIAISON ENTRE LES DEUX MODEMS

La transmission entre les deux modems doit parfaitement fonctionner. Afin d'avoir des signaux de transmission le plus propre possible nous avons choisi de faire la liaison le plus proche possible du chip INT1000. Donc à la sortie du DAC et à l'entrée de l'ADC.

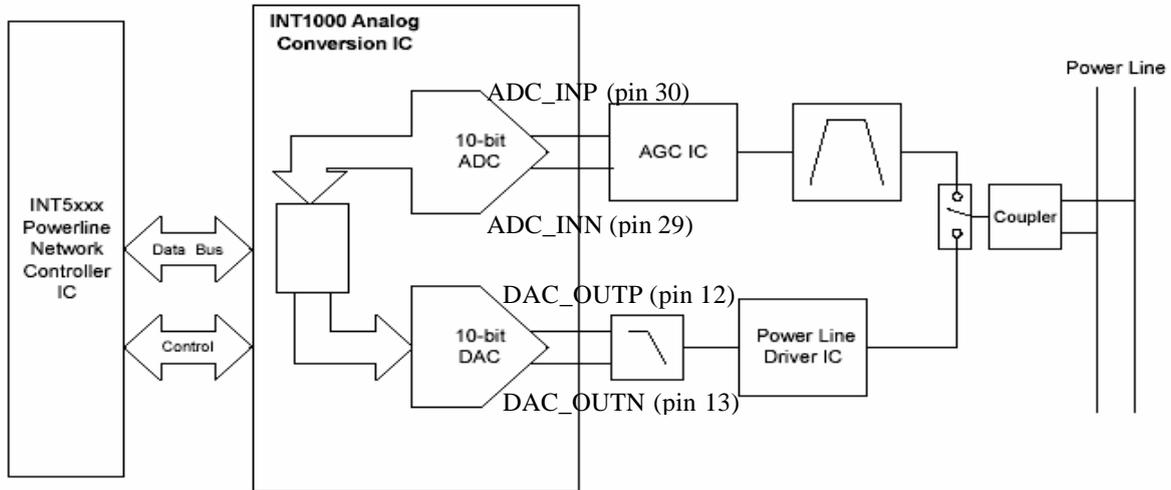


Figure 4: Schéma bloc du chip Homeplug

En fonctionnement normal des deux modems les signaux ci-dessus ont les niveaux de tension suivants :

| Signaux  | Niveau AC | Niveau DC |
|----------|-----------|-----------|
| ADC_INN  | 2V – 3V   | 730 mV    |
| ADC_INP  | Bruit     | -         |
| DAC_OUTN | 750 mV    | 860 mV    |
| DAC_OUTP | 750 mV    | 860 mV    |

Figure 5: Niveaux de tensions mesurés aux bornes du chip Homeplug

Etant donné que le signal ADC\_INP est presque nul on va faire les liaisons entre les signaux ADC\_INN et DAC\_OUTN.

On constate que l'AGC du système augmente le niveau du signal en entrée mais on peut supposer que le chip INT1000 n'a pas besoin des 2-3V mais que 750 mV suffisent.

Etant donné que les niveaux DC ne sont pas identiques il faut mettre un condensateur en série afin de ne transmettre que les signaux hautes fréquences du PLC. (4.7nF => 11? @3MHz)

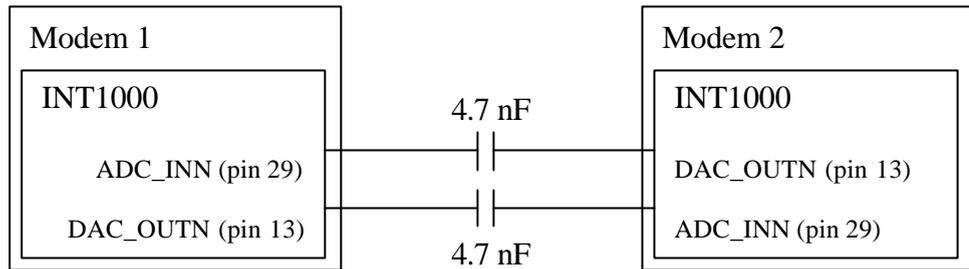


Figure 6: Connexions entre les deux modems

### 5.2 ABSENCE D'EMISSION DU DEUXIEME MODEM SUR LE RESEAU ELECTRIQUE

Le deuxième modem ne doit pas émettre sur le réseau électrique. Nous avons donc simplement enlevé le transformateur de couplage. De cette manière le signal n'est plus transmis au réseau électrique.



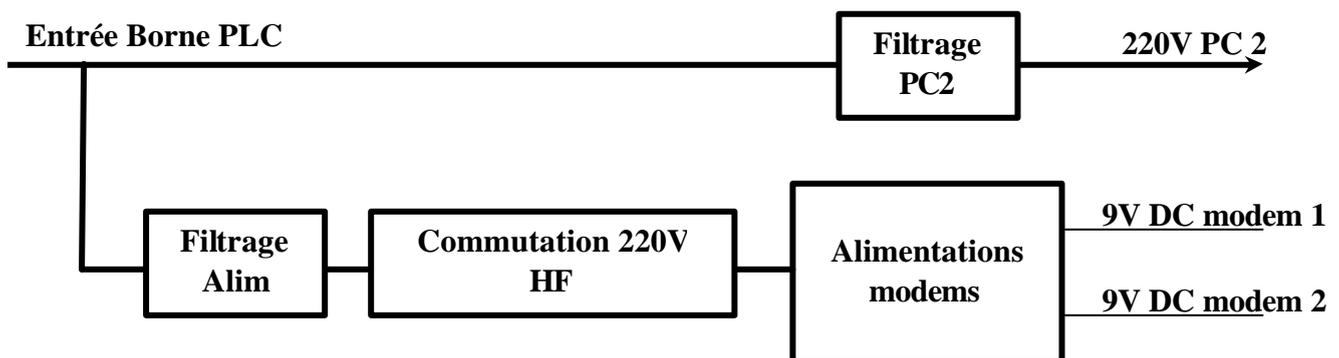
Figure 7: Transformateur de couplage d'un modem

### 5.3 ALIMENTATION DE LA BORNE PLC

Les points principaux de l'alimentation sont les suivants :

- ⇒ Filtrage avec filtre CEM du réseau électrique
- ⇒ Commutateur HF pour l'alimentation des deux modems
- ⇒ Alimentation 9V 1,5A des deux modems

Figure 8: Schéma bloc de l'alimentation de la borne PLC



Le schéma détaillé de l'alimentation 9V pour les modems se trouve en annexe.

Le niveau du spectre rayonné de l'alimentation de la borne PLC est relativement élevé. Il est donc préférable de ne pas brancher le transformateur de perturbation au même endroit que l'alimentation de la borne PLC.

Pour garantir une reproductibilité du setup de mesure il est important de définir clairement les configurations soft du système. La première étape est donc de définir deux adresses IP statiques (par exemple : 10.192.57.50 et 10.192.57.51). Ces réglages se font dans les propriétés de la carte ( Propriété de "Mes connexions réseaux" -> Propriété de la connexion réseau utilisée).

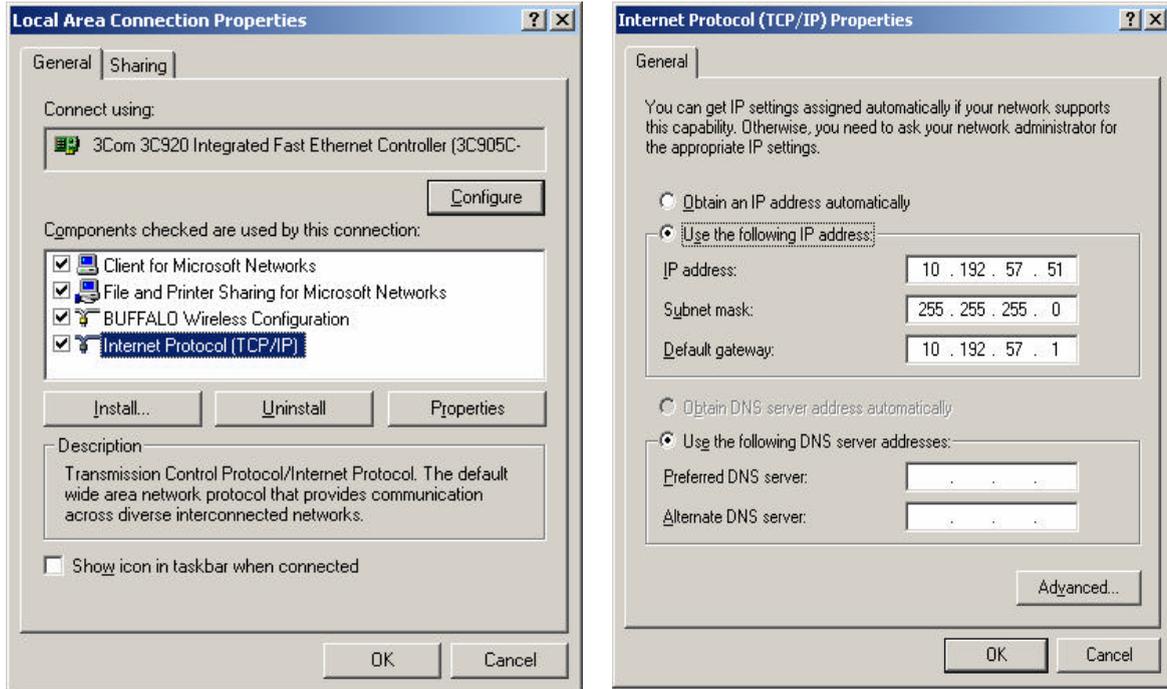


Figure 9: Réglages des adresses IP sous W2k

Pour pouvoir envoyer des données entre deux ordinateurs il est possible d'envoyer un gros fichier ou alors d'utiliser un générateur de trafic qui permet de définir la quantité d'information que l'on désire transmettre ainsi que la destination (Adresse IP du PC de réception).

Le programme *TfGen* dont l'écran se trouve ci-dessous permet de le faire très facilement. Ce programme doit donc être installé sur l'ordinateur d'émission.

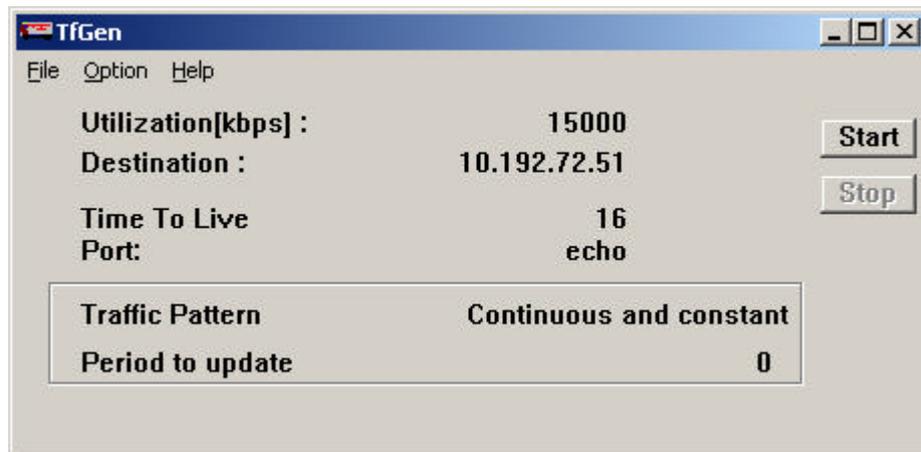


Figure 10: Réglages du générateur de trafic TfGen

Pour vérifier que la transmission s'effectue correctement il est important d'analyser la quantité de donnée transmise et reçue. Un programme d'analyse de réseau, comme *Analyzer*, doit donc être installé sur les deux ordinateurs.

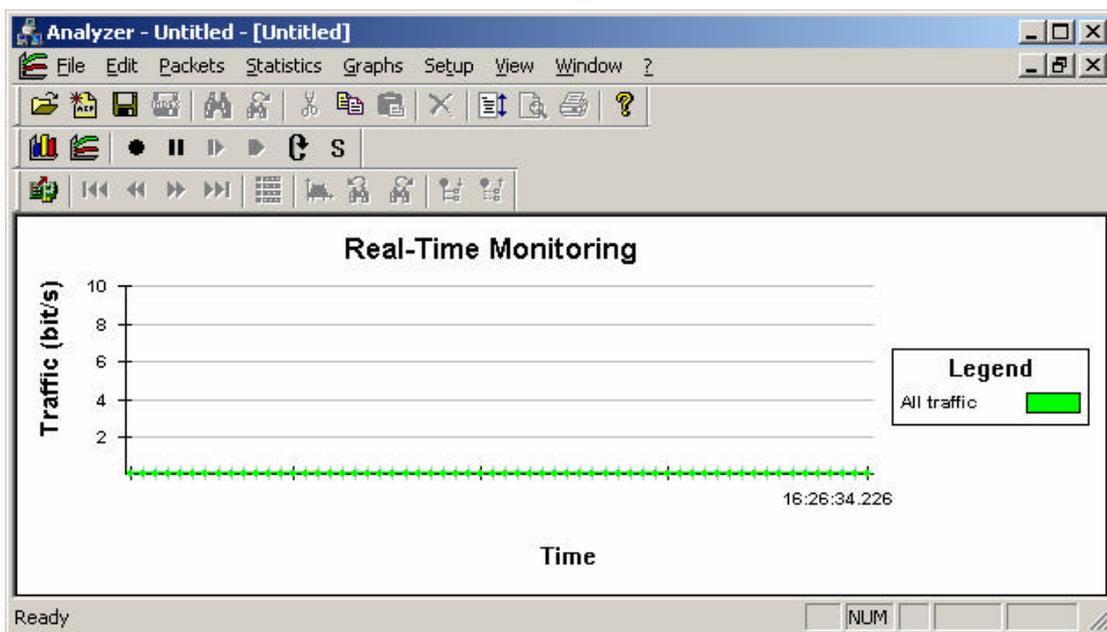


Figure 11: Réglages de l'analyseur de trafic Analyzer

Pour obtenir le débit maximum entre les deux modems PLC il faut visualiser 10Mbps sur l'analyseur d'émission et 8Mbps sur celui de réception.

Il est important de vérifier le bon fonctionnement de la liaison lors de chaque nouveau démarrage du système.

### 7.1 PERTURBATIONS DE LA BORNE PLC SUR LE PORT D'ALIMENTATION (MODEMS ACTIFS)

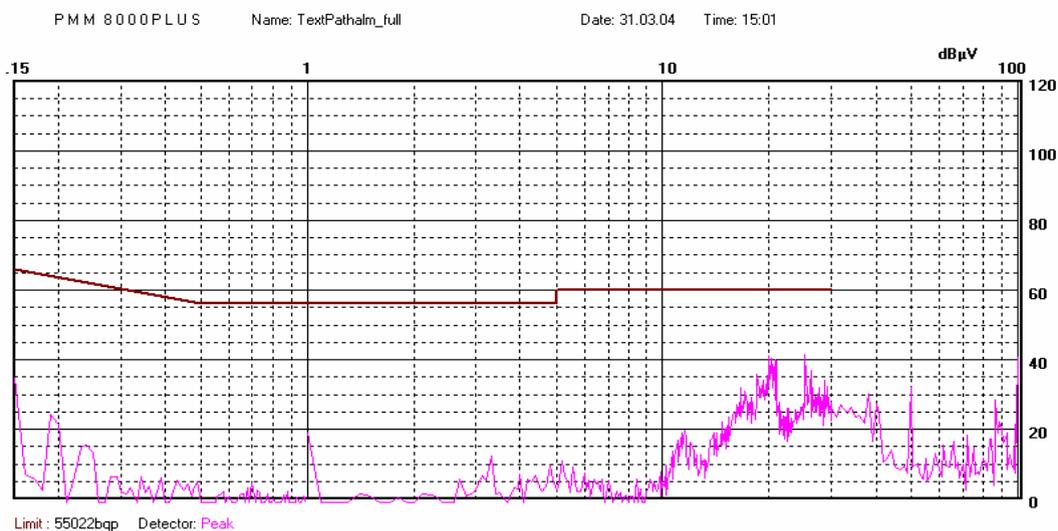


Figure 12: Perturbations de la borne PLC sur le port d'alimentation avec les modems actifs. Valeurs mesurées affichées en Peak et valeurs limites affichées en QP selon EN55022.

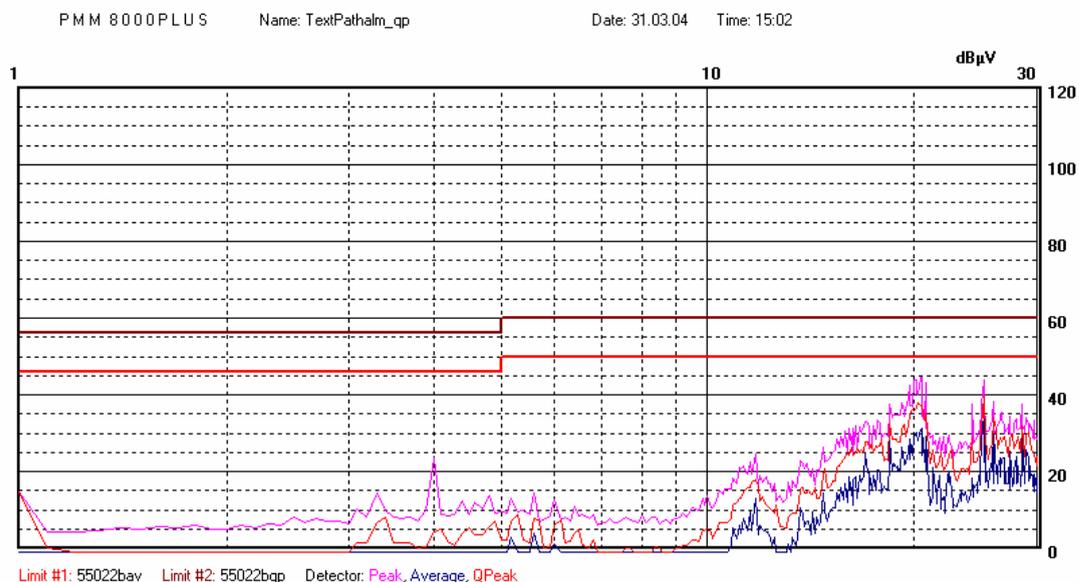


Figure 13: Perturbations de la borne PLC sur le port d'alimentation avec les modems actifs. Valeurs mesurées affichées en Peak, QP et AVG et valeurs limites affichées en QP et AVG selon EN55022.

## 7.2 PERTURBATIONS DE LA BORNE PLC SUR LE PORT DE PERTURBATION (MODEMS ACTIFS)

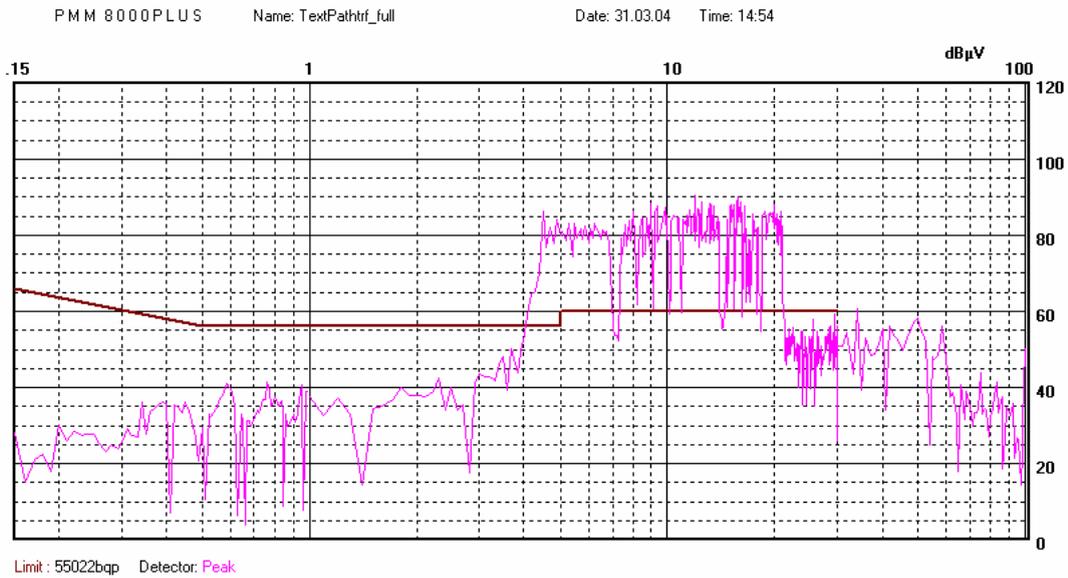


Figure 14: Perturbations de la borne PLC sur le port de perturbation avec les modems actifs. Valeurs mesurées affichées en Peak et valeurs limites affichées en QP selon EN55022.

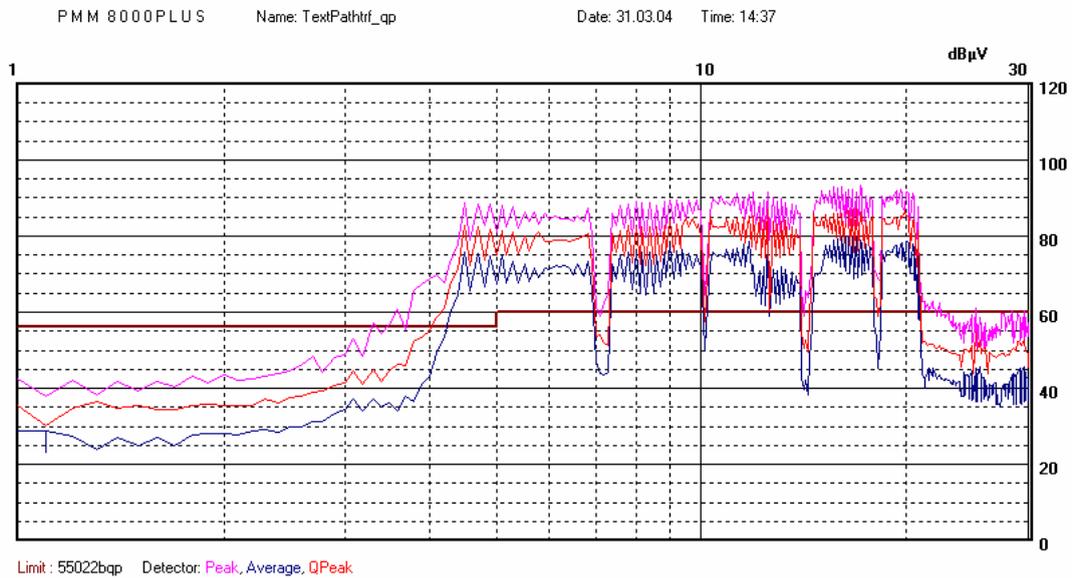


Figure 15: Perturbations de la borne PLC sur le port de perturbation avec les modems actifs. Valeurs mesurées affichées en Peak, QP et AVG et valeurs limites affichées en QP selon EN55022.

### 7.3 PERTURBATIONS DE LA BORNE PLC SUR LE PORT D'ALIMENTATION ET DE PERTURBATION (MODEMS ACTIFS)

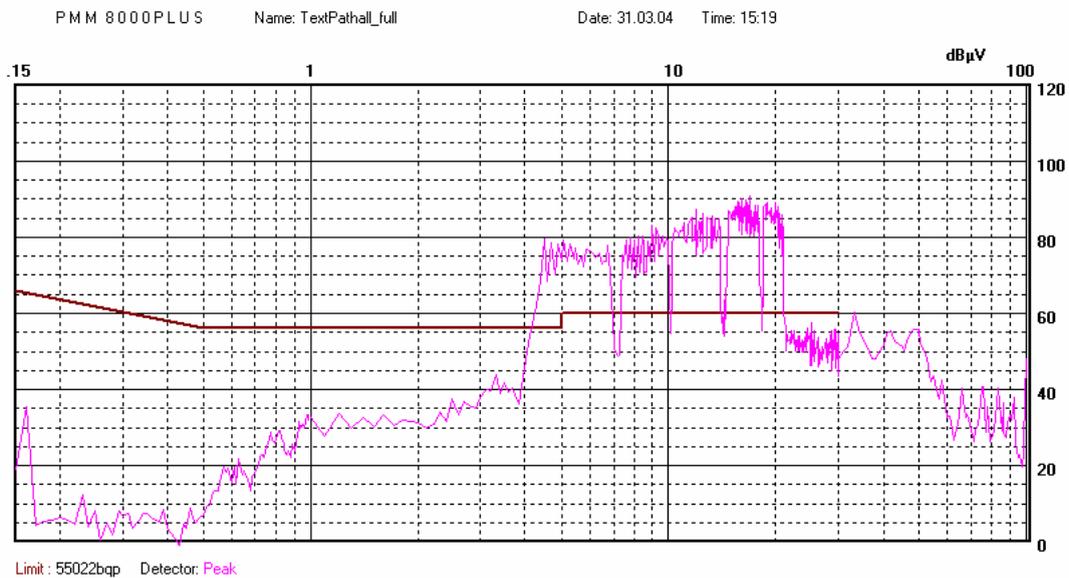


Figure 16: Perturbations de la borne PLC sur le port d'alimentation et de perturbation avec les modems actifs. Valeurs mesurées affichées en Peak et valeurs limites affichées en QP selon EN55022.

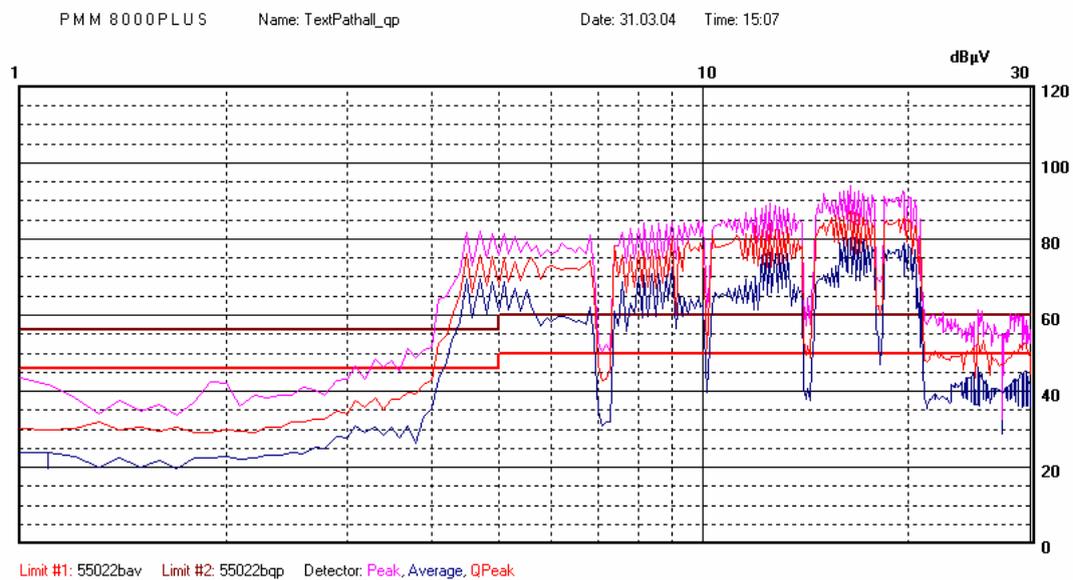


Figure 17: Perturbations de la borne PLC sur le port de perturbation avec les modems actifs. Valeurs mesurées affichées en Peak, QP et AVG et valeurs limites affichées en QP et AVG selon EN55022.

#### 7.4 PERTURBATIONS DE LA BORNE PLC SUR LE PORT D'ALIMENTATION ET DE PERTURBATION AVEC UN ORDINATEUR BRANCHE A LA BORNE PLC (MODEMS ACTIFS)

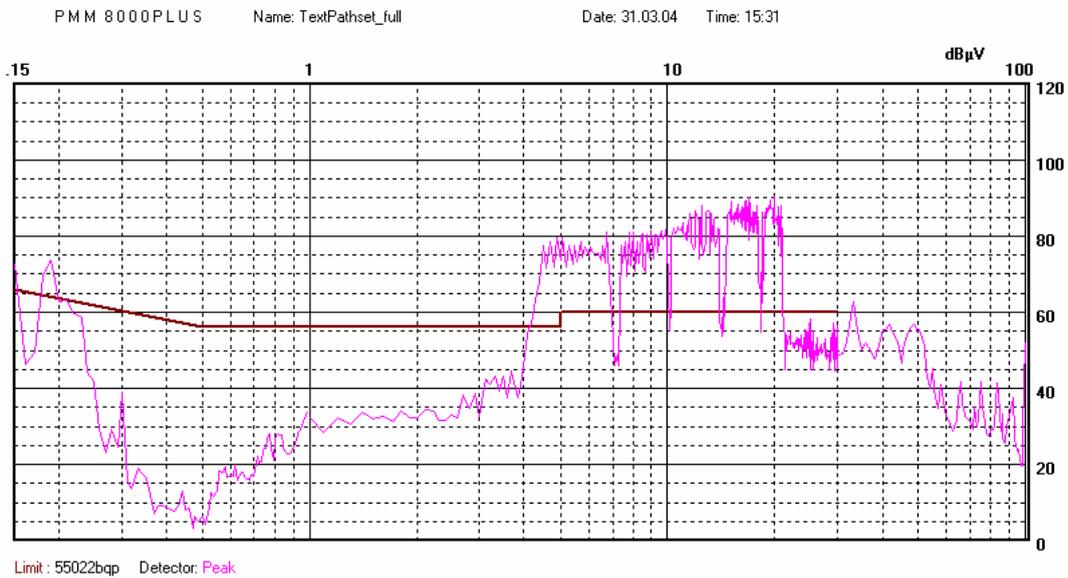


Figure 18: Perturbations de la borne PLC sur le port d'alimentation et de perturbation avec les modems actifs et un ordinateur connecté sur la sortie prévue à cet effet. Valeurs mesurées affichées en Peak et valeurs limites affichées en QP selon EN55022.

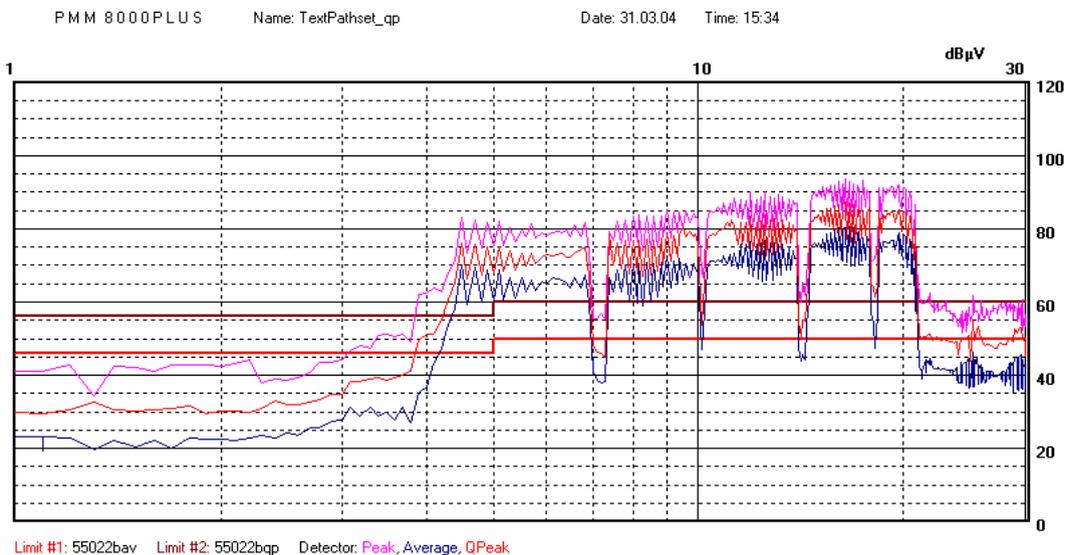


Figure 19: Perturbations de la borne PLC sur le port d'alimentation et de perturbation avec les modems actifs et un ordinateur connecté sur la sortie prévue à cet effet. Valeurs mesurées affichées en Peak, Qp et AVG et valeurs limites affichées en QP et AVG selon EN55022.

## 7.5 SCHEMA DE L'ALIMENTATION 9V POUR LES MODEMS

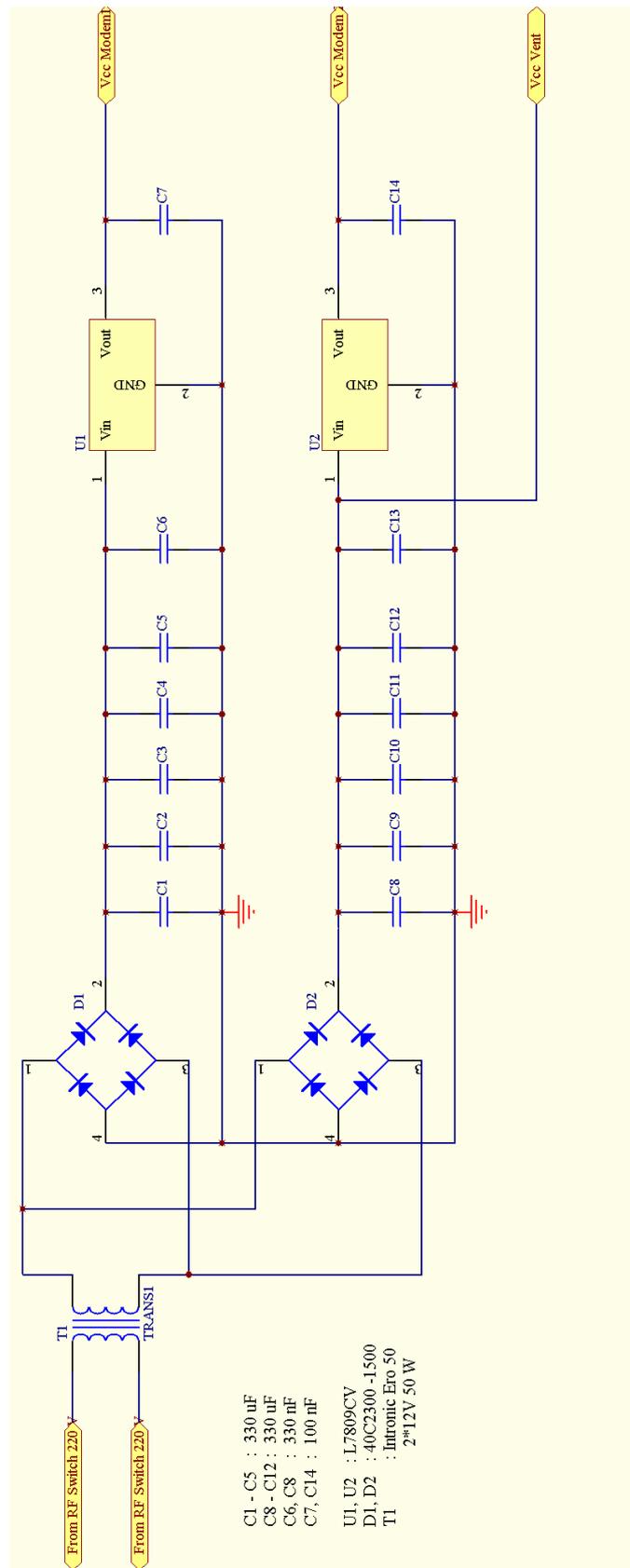


Figure 20: Schéma détaillé de l'alimentation