

MESURE DES CONSOMMATIONS D'ENERGIE DANS UN LYCEE



01/06/2013

Projet développé en STS électrotechnique par huit étudiants en 2013.

Une bonne connaissance de la consommation d'énergie en temps réel incitera les utilisateurs à un comportement économe en énergie. Cet article décrit un dispositif de mesure de l'énergie consommée en différents points d'un établissement scolaire, ainsi que son affichage en temps réel et son exploitation à partir d'un serveur.

Mesure des consommations d'énergie dans un lycée

Sommaire

INTRODUCTION	2
DESCRIPTION DU DISPOSITIF	2
MESURES PAR UN SENTRON PAC	3
MESURE DE LA CONSOMMATION DE TOUT LE LYCEE	3
Informations disponibles sur le bornier client	4
Utilisation des informations bornier client : tranche horosaisonnaire.....	4
Utilisation des informations bornier client : calcul de la puissance moyenne.....	5
Calcul de la puissance instantanée	5
INFORMATIONS LUES SUR LES SENTRON	5
FONCTIONS DES API	6
Environnement de développement.....	6
Nécessité de deux API.....	6
Zones de mesure.....	7
Puissances retenues pour chaque zone.....	7
Coût de l'énergie.....	8
Calcul du coût horaire.....	8
Calcul du coût journalier.....	8
Schéma électrique API n°1 et 2.....	9
DONNEES AFFICHEES SUR LES IHM	9
PC SERVEUR WEB	11
Accès au serveur.....	11
Stockage des données.....	11
EVOLUTION DU SYSTEME	12
Gaz	12
Serveur web	12
BUDGET	12
CONCLUSIONS	13

INTRODUCTION

Une bonne connaissance de la consommation d'énergie en temps réel incitera les utilisateurs à un comportement économe en énergie. Dans un lycée, les élèves, les enseignants et les agents sont concernés.

Ce sont ces idées qui ont motivé le développement du projet décrit ici. On espère ainsi une diminution des consommations de l'ordre de 2% à 3%, ce qui entrainerait des économies de 2 à 3 000€/an, la facture d'un lycée dépassant aujourd'hui 100 000€/an.

DESCRIPTION DU DISPOSITIF

Le dispositif comprend les principaux éléments suivants (voir Figure 1 : Principaux éléments du projet) :

- 4 appareils de mesure de puissance « Sentron PAC » de chez Siemens placés en différents points du réseau électrique
- un serveur Web sous la forme d'un PC standard
- 4 afficheurs (appelés IHM, Interface Homme Machine) type 177PN/DP
- deux automates programmables industriels S7-1214 Siemens récoltant les informations des Sentron, recueillant les informations du compteur vert par l'intermédiaire du bornier client et répondant aux demandes du PC serveur Web et des afficheurs
- le réseau informatique du lycée avec un VLAN (réseau virtuel) dédié au projet par lequel sont reliés tous les éléments

Dès la phase initiale du projet, le choix s'est porté sur la technologie Siemens. L'environnement logiciel de développement est donc TIA Portal V11. Cet environnement permet, au sein d'un même projet TIA Portal (aspects programmation), de développer les programmes API, les programmes IHM et PC serveur.

Les Sentron pourraient être intégrés au projet si l'on disposait d'un réseau Ethernet séparé pour le projet. Dans ce cas on pourrait être en Profibus DP, et la programmation en serait simplifiée, mais ce n'est pas le cas ici. Les Sentron n'apparaissent donc pas comme des objets dans le projet. La liaison entre Sentron et API est réalisée par des éléments de programme API.

Au contraire, les IHM et le PC serveur sont des éléments du projet et les variables sont échangées de façon transparente.

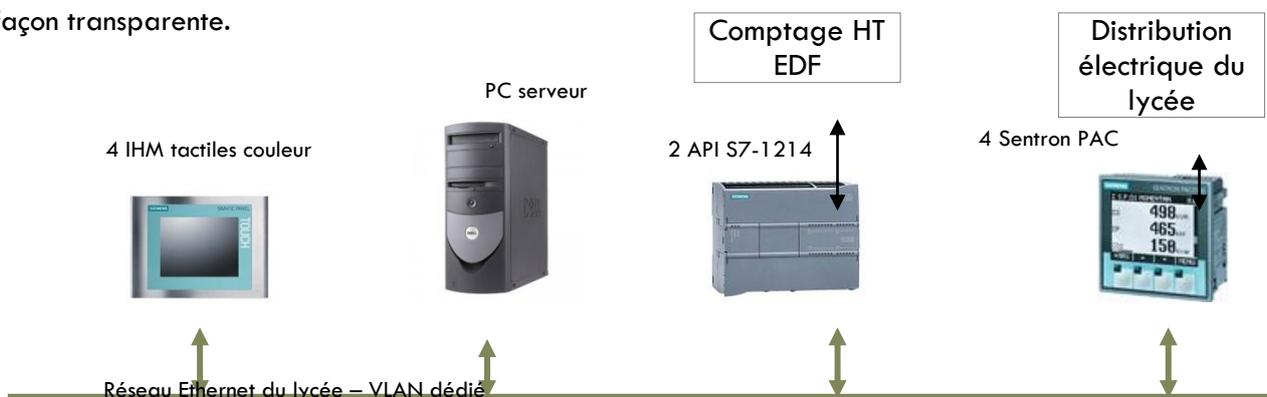


FIGURE 1 : PRINCIPAUX ELEMENTS DU PROJET

MESURES PAR UN SENTRON PAC

Il s'agit d'un appareil de mesure triphasé. Il mesure les tensions, courants, puissances P , Q , S et l'énergie. Il dispose en outre d'une entrée TOR qui permettra de mesurer les consommations de gaz.

Le modèle 3200 ne mémorise pas les valeurs mesurées, qui sont transmises en temps réel aux API, et ne permet pas l'analyse harmonique. Il existe un modèle 4200 qui possède ces fonctionnalités que l'on n'a pas jugées nécessaires dans le projet.

Le 3200 s'alimente par une tension auxiliaire de 95 à 240V AC.

Il dispose d'une prise RJ45 pour un raccordement au réseau Ethernet.



FIGURE 2 : SENTRON PAC 3200

Le raccordement électrique se fait sur le réseau à mesurer et nécessite 3 transformateurs de courant. Nous avons mis en œuvre des modèles « TC Clip » Chauvin Arnoux, ne nécessitant pas de démontage des câbles de puissance.

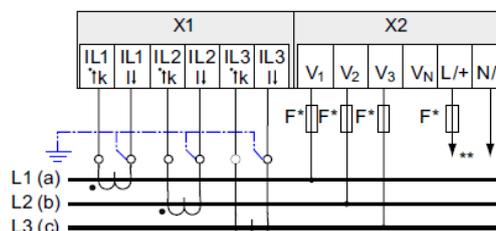


FIGURE 3 : RACCORDEMENT D'UN SENTRON

La distribution se fait en TT et, pour des raisons de sélectivité en cas de défaut, chaque Sentron sera protégé par un disjoncteur triphasé différentiel.

Dans le projet, les valeurs mesurées utilisées sont la puissance active et l'énergie cumulée. Ce sont ces valeurs que l'on retrouvera dans l'API.



FIGURE 4 : TRANSFORMATEURS DE COURANT « TC CLIP »

On trouvera en annexe les schémas des raccordements des Sentron dans les armoires électriques :

- Figure 15 : Schéma armoire électrique TDA04,
- Figure 16 : SCHEMA ARMOIRE ELECTRIQUE cuisine n°3
- Figure 17 : SCHEMA ARMOIRE ELECTRIQUE Cuisine principale

MESURE DE LA CONSOMMATION DE TOUT LE LYCEE

La mesure de la consommation de tout le lycée, établie par calcul dans l'API, utilise le bornier client du compteur vert, loué par le lycée à EdF et situé dans le TGBT. C'est d'ailleurs pour cela que les API et le serveur web sont situés dans ce même TGBT, à proximité immédiate du compteur.

Informations disponibles sur le bornier client

Sont disponibles

- les informations heure creuse et pointe par l'intermédiaire de contacts secs
- des impulsions correspondant à une consommation de 80Wh par l'intermédiaire d'une sortie à transistor
- des impulsions toutes les 10 minutes par l'intermédiaire d'une seconde sortie à transistor

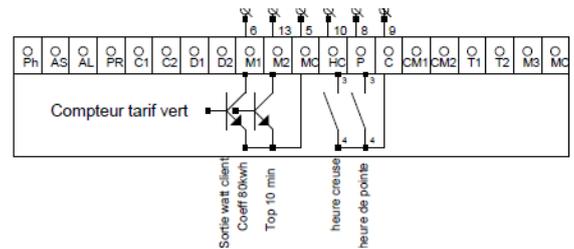
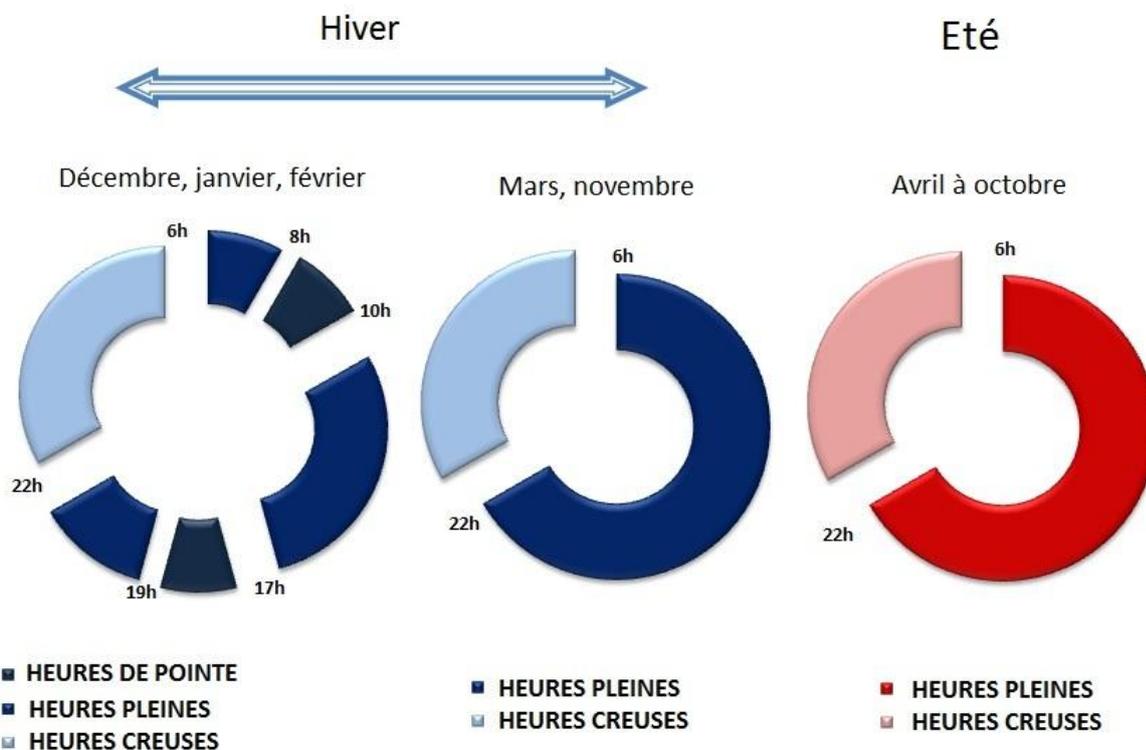


FIGURE 5 : BORNIER CLIENT DU COMPTEUR VERT

Utilisation des informations bornier client : tranche horosaisonnaire

Il existe en tarif vert A5, cinq tranches horosaisonniers réparties comme suit :



En utilisant les informations « heure creuse », « heure de pointe » et la date interne de l'API, on établit la tranche horosaisonnaire courante parmi :

- Heure creuse été (HCE)
- Heure pleine été (HPE)
- Heure creuse hiver (HCH)
- Heure pleine hiver (HPH)
- Heure pointe (P)

Cela est mémorisé dans la variable « index_tranche_horo » (valeur de 1 à 5). La connaissance de la tranche permettra de calculer le coût de l'énergie consommée au fil du temps. Les différentes valeurs de prix du kWh sont stockées en mémoire et seront mises à jour régulièrement.

Utilisation des informations bornier client : calcul de la puissance moyenne

Le calcul de l'énergie se fait en comptant les impulsions « 80 Wh » entre deux impulsions « top 10 min ».

Exemple :

On compte 600 impulsions « 80 Wh » entre 2 « top 10 min ».

L'énergie consommée aura été de $600 \times 80 = 48\,000$ Wh soit 48 kWh.

Si la puissance consommée reste constante pendant 1 heure, cela ferait $48 \times 6 = 288$ kWh.

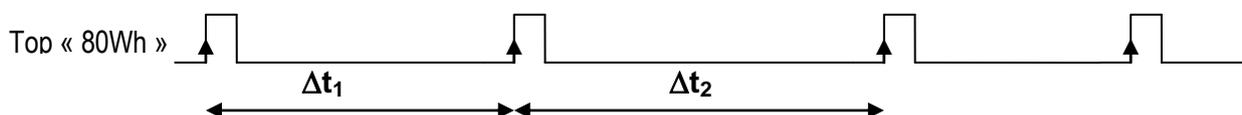
Cela correspond à une puissance moyenne de 288 kW, valeur valable sur l'intervalle de 10 minutes.

Le rapport entre le nombre d'impulsions « 80 Wh » entre deux « top 10 min » et la puissance moyenne sur l'intervalle est donc de $288 / 600 = 0,48$.

On calcule en plus, pour affiner la connaissance des consommations, la puissance moyenne sur 1 minute. On utilise pour cela une temporisation interne à l'API (resynchronisée sur le top 10min), et on compte le nombre d'impulsions sur cet intervalle. La valeur obtenue est cette fois multipliée par 4,8.

Calcul de la puissance instantanée

La puissance instantanée est déterminée en mesurant l'intervalle entre deux impulsions « 80 Wh ».



La puissance instantanée, ou plutôt la puissance moyenne en (watts) dans l'intervalle entre deux impulsions d'énergie (en watt-heures) vaut : $P = W / \Delta t = 80 \times 3600 / \Delta t = 288\,000 / \Delta t$

La mesure de Δt est effectuée par l'API à l'aide d'une temporisation déclenchée par le front de l'entrée « 80 Wh » puis, après calcul, la puissance instantanée est stockée dans un mot API.

INFORMATIONS LUES SUR LES SENTRON

Le programme API gère la communication avec les Sentron qui sont au nombre de 4 dans le projet. Notons que le programme est prévu pour gérer jusqu'à 20 appareils : il sera très facile à l'avenir d'augmenter le nombre de points de mesure.

Les informations recueillies sont les suivantes :

- « P_active » Il s'agit de la puissance instantanée triphasée mesurée par un Sentron. Elle est rafraîchie toutes les 500 ms. Elle est exprimée en W, au format réel.
- « E_active » Il s'agit de la valeur courante du compteur d'énergie du Sentron. Cette valeur ne fait que croître. Elle est exprimée en Wh, au format long réel.

FONCTIONS DES API

Environnement de développement

Le projet a été développé dans un environnement Windows7 avec le logiciel TIA PortalV11. La version livrée s'appelle « multicharge_appert_2013 ».

Ce logiciel est assez lourd à installer sur un PC, et nécessite les dernières mises à jour SP2 update3. Nous avons utilisé une version professionnelle soumise à licence.

Une fois le logiciel installé, il faut un certain temps pour se familiariser avec l'ergonomie. Toutefois celle-ci est très bien étudiée et très performante. Tout le projet est ainsi géré globalement. De nombreuses solutions sont disponibles en ligne. Ainsi le projet reprend certaines solutions logicielles pour communiquer avec les Sentron, et pour faire communiquer les API entre eux.

De plus il existe des textes de TP assez bien faits et progressifs, permettant de se former éventuellement, et former les étudiants préalablement au développement d'un tel projet.

On trouvera en annexe le projet développé sous TIA PortalV11, terminé et fonctionnel. Il se nomme « multicharge_appert_2013 ».

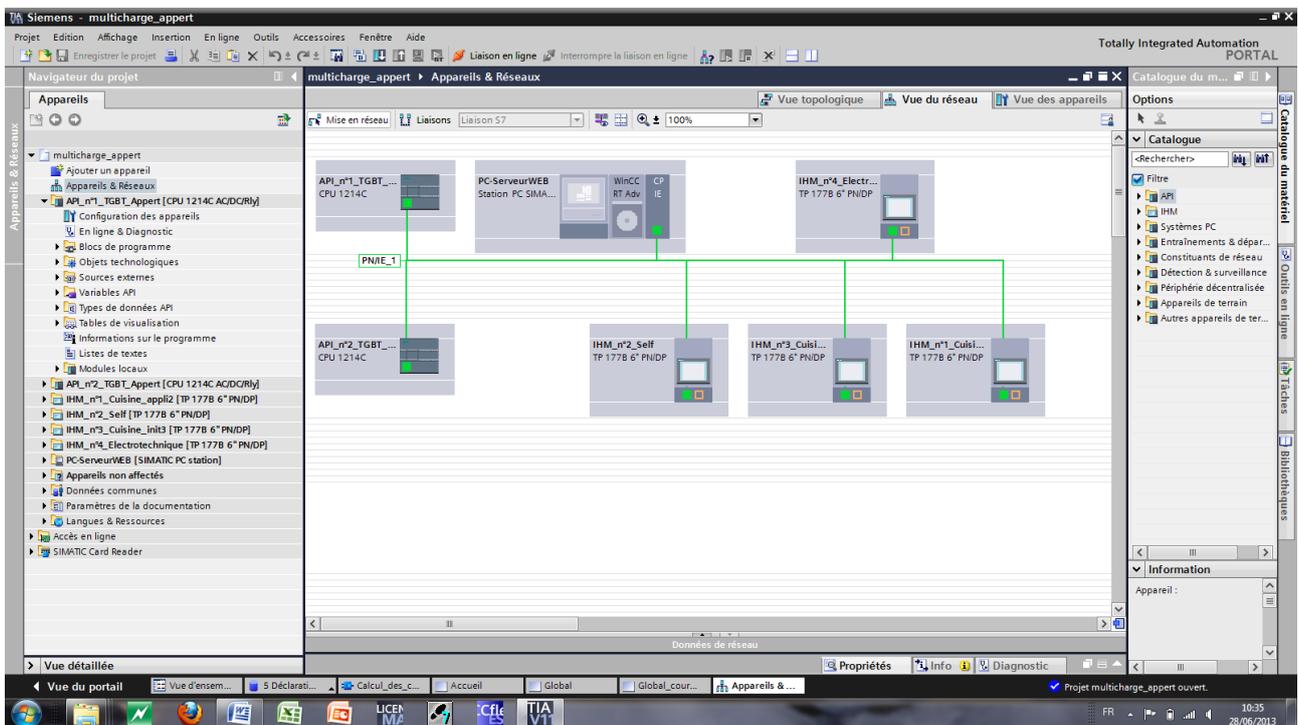


FIGURE 6 : LOGICIEL TIA PORTAL. ECRAN PRINCIPAL AVEC VUE RESEAU

Nous avons en particulier intégré les programmes disponibles en ligne :

- LoadSwitching_20130103_V11_SP2 (gestion du dialogue avec les Sentron)
- PUT_GET_S7-1200 (copie des données entre API)

Nécessité de deux API

Les API sont au nombre de 2, du fait de la limitation du nombre de liaisons informatique (Ethernet) que ceux-ci peuvent établir simultanément avec des IHM et un PC. Actuellement, la limite est de 3 IHM par API, sachant qu'un PC équivaut à 2 IHM.

On a donc affecté l'API n°1 à la liaison avec le PC et avec l'IHM n°1 (cuisine appli n°2).

L'API n°2 a été affecté à la liaison avec les IHM n°2, 3 et 4 (self, cuisine init n° 3, électrotechnique).

Seul l'API n°1 gère les liaisons avec les Sentron, et réalise tous les calculs. Tous les éléments utilisés par les IHM et le PC sont regroupés dans un bloc de données dans l'API n°1 appelé « Donnees_globales[DB4] ». (voir Figure 7 : Variables API puissance et couts). Un programme recopie ce bloc de données dans un bloc de données semblable de l'API n°2 appelé « Clone_Donnees_globales[DB4] ».

Zones de mesure

Nous avons vu plus haut que l'API déterminait à l'aide des informations du bornier client du compteur la puissance instantanée, moyenne sur 1 minute et moyenne sur 10 minutes. Il s'agit des valeurs « globales » correspondant à tout le lycée.

D'autre part, en conversant avec les 4 Sentron, il recueille les informations de puissance instantanée et d'énergie, ce qui permet d'établir les valeurs de puissance moyenne sur 10 minutes.

Au total, nous avons donc 5 zones de mesure dans le lycée :

- Zone de mesure 1 Global (tout le lycée, données compteur)
- Zone de mesure 2 Electrotechnique (atelier d'électrotechnique, salle 1002)
- Zone de mesure 3 Self (cuisine de la demi-pension du lycée)
- Zone de mesure 4 Cuisine 3 (cuisine initiation n°3)
- Zone de mesure 5 STI Nord (partie nord du bâtiment STI)

Toutes ces informations sont stockées dans les bloc de données « Donnees_globales[DB4] ».

Puissances retenues pour chaque zone

Donnees_globales		Type de données	Décalage	Valeur de départ
1	Static			
2	Energie_globalekWh	LReal	0.0	0.0
3	Zone_de_mesure	Array [1..5] of Struct	8.0	
4	Zone_de_mesure[1]	Struct		
5	Lieu_de_mesure	String[8]		'_Global_'
6	Pnominale	Real		480.0
7	Pinst	Real		0.0
8	Pinst%	Real		0.0
9	Pmoy1min	Real		0.0
10	Pmoy10min	Real		0.0
11	Cout_horaire	Real		0.0
12	Cout_journalier	Real		0.0
13	Zone_de_mesure[2]	Struct		
14	Zone_de_mesure[3]	Struct		
15	Zone_de_mesure[4]	Struct		
16	Zone_de_mesure[5]	Struct		
17	Tranche_horosaisonnaire	Struct	198.0	
18	Tranche	String[6]	0.0	'Pointe'
19	Index_tranche_horo	Int	8.0	1
20	Tarifs_du_kWh	Struct	208.0	
21	Tarif_en_pointe	Real	0.0	18.152888
22	Tarif_en_HPH	Real	4.0	9.222356
23	Tarif_en_HCH	Real	8.0	5.826912
24	Tarif_en_HPE	Real	12.0	5.081804
25	Tarif_en_HCE	Real	16.0	3.168204
26	Tarif_courant	Real	20.0	0.0
27	Table_libre	Array [0..168] of Byte	232.0	

FIGURE 7 : VARIABLES API PUISSANCE ET COUTS

Nous avons vu ci-dessus comment étaient établies les puissances P instantanée « Pinst », P moyenne 1 minute « Pmoy1min », Pmoyenne 10 minutes « Pmoy10min ».

De plus, on affecte à chaque zone un « Lieu_de_mesure » qui est une chaîne de 8 caractères, et une puissance allouée « Pnominale ».

La puissance allouée pour la zone 1 (tout le lycée) correspond à la puissance souscrite, soit 480 kW.

Pour les autres zones, la valeur a été établie de façon arbitraire, et sera ajustée suite à une première campagne de mesure.

Coût de l'énergie

L'affichage en temps réel du coût de l'énergie consommée par zone est un des objectifs du projet.

Le coût est calculé en temps réel, en tenant compte de la tranche horaire courante. Sont affichés les coûts horaires, et les coûts journaliers remis à zéro à 0h.

Calcul du coût horaire

Le coût horaire est calculé de façon simplifiée en multipliant la puissance instantanée courante par le prix du kWh courant. Cette valeur est donc indicative.

Calcul du coût journalier

Le coût journalier est calculé en temps réel de façon précise. Cette valeur est nulle à 0h tous les jours.

Dans une même journée, il peut y avoir jusqu'à 3 tranches horosaisonnnières différentes, sur 7 périodes de temps successives. Changement de tranche à 0h / 6h / 8h / 10h / 18h / 20h / 22h / 24h.

Calcul_des_couts_DB			
	Nom	Type de données	Valeur de départ
1	Input		
2	Output		
3	InOut		
4	Static		
5	Date_et_heure	DTL	DTL#1970-1-1-0:0
6	HValide	Int	0
7	W_et_cout_par_Zone	Array [1..6] of Struct	
8	W_et_cout_par_Zone[1]	Struct	
9	Energie_cumulee_0	LReal	0.0
10	Energie_cumulee_1	LReal	0.0
11	Energie_cumulee_2	LReal	0.0
12	Energie_cumulee_3	LReal	0.0
13	Energie_cumulee_4	LReal	0.0
14	Energie_cumulee_5	LReal	0.0
15	Energie_cumulee_6	LReal	0.0
16	Cout_de_la_zoneLR	LReal	0.0
17	Cout_de_la_zone	Real	0.0
18	Cout_tranche_A	LReal	0.0
19	Cout_tranche_B	LReal	0.0
20	Cout_tranche_C	LReal	0.0
21	Cout_tranche_D	LReal	0.0
22	Cout_tranche_E	LReal	0.0
23	Cout_tranche_F	LReal	0.0
24	Cout_tranche_G	LReal	0.0
25	W_et_cout_par_Zone[2]	Struct	
26	W_et_cout_par_Zone[3]	Struct	
27	W_et_cout_par_Zone[4]	Struct	
28	W_et_cout_par_Zone[5]	Struct	
29	W_et_cout_par_Zone[6]	Struct	
30	Index_de_tranche_journee	Int	1

FIGURE 8 : CALCUL DU COUT JOURNALIER

En début de période, les compteurs d'énergie de chaque zone sont mémorisés. Au fil du temps, les compteurs sont interrogés et la différence par rapport à la valeur initiale constitue la consommation dans la tranche considérée.

Au changement de tranche, l'énergie en kWh sur l'intervalle précédent est mémorisée, puis multipliée par le prix de kWh dans la tranche considérée. Au fur et à mesure que la journée se déroule, la valeur est cumulée. On obtient ainsi le coût de la consommation journalière.

Schéma électrique API n°1 et 2

On trouvera Figure 18 : Schéma des API dans le TGBT – Raccordement au compteur « vert » en annexe.

DONNEES AFFICHEES SUR LES IHM

Pour des raisons « historiques » propres à notre lycée, nous avons choisi d'utiliser des IHM du type TP177B. D'autres types comme le KTP600 conviendraient évidemment.

La page d'accueil ci-contre donne accès aux différentes pages de visualisation, identiques pour chacune des 5 zones de mesure, en touchant l'écran sur la barre de boutons située en bas de l'écran.



FIGURE 9 : PAGE D'ACCUEIL DES IHM

Après avoir touché le carré rouge Global, on accède aux données correspondantes, rafraîchies en temps réel.

La partie haute comprend un bargraphe qui concerne la consommation de tout le lycée (zone globale). Ce bargraphe est présent dans tous les écrans.

Un appui sur l'écran (hors de la barre de boutons en bas) permet d'accéder au « mode expert ».

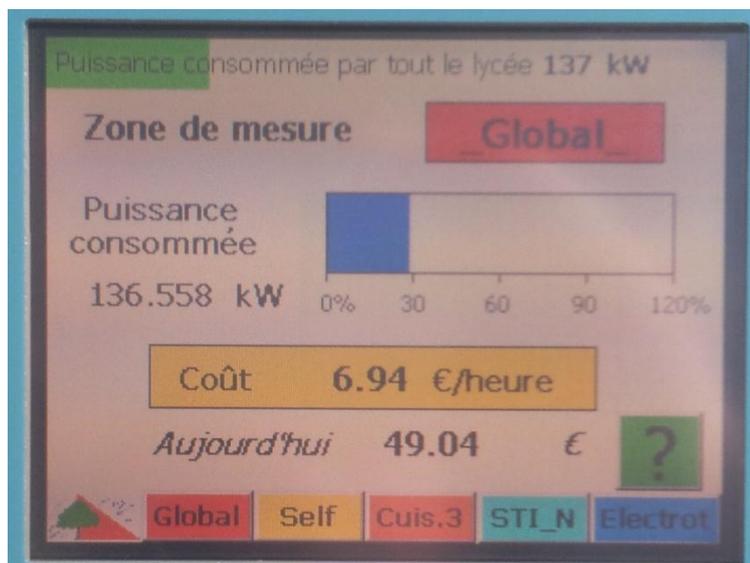


FIGURE 10 : ECRAN PRINCIPAL DE LA ZONE « GLOBAL »

Le mode expert donne davantage de précisions, comme la tranche horaire et le coût du kWh.

Un appui sur le carré « Courbe 1h » donne accès à un nouvel écran.

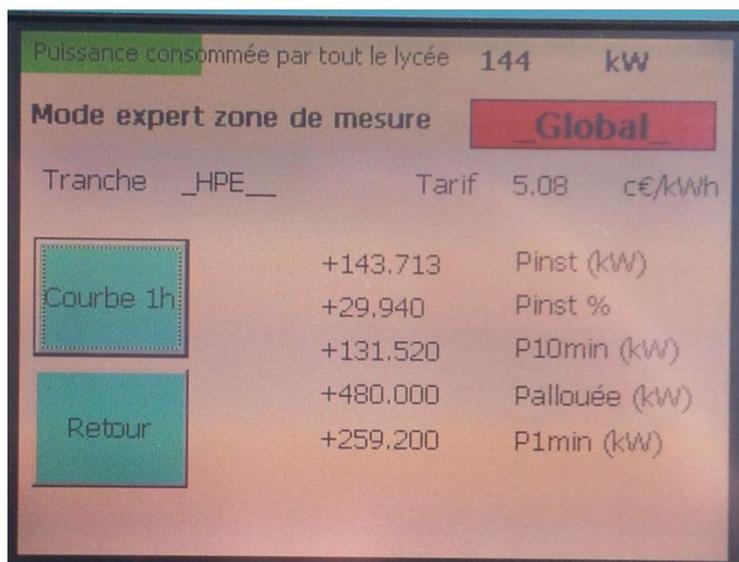


FIGURE 11 : ECRAN EN MODE EXPERT DE LA ZONE « GLOBAL »

Cet écran indique la puissance instantanée et son évolution dans la dernière heure.

Elle est exprimée en % de la puissance allouée, ici 480 kW.

Sur la photo, la puissance évolue entre 20 et 40% soit entre 96 kW et 192 kW.



FIGURE 12 : ECRAN COURBE 1H DE LA ZONE « GLOBAL »

Il existe des écrans semblables pour chacune des zones de mesure.

PC SERVEUR WEB

Un PC est intégré dans le projet pour servir de centre de stockage de données, et de serveur WEB.

Il nécessite l'installation d'un logiciel « WinCC » soumis à licence.

Le PC apparaît dans le projet de la même façon que les afficheurs sous l'appellation « SIMATIC PC Station ». On peut développer aisément les pages dans l'environnement TIA Portal.

Nous avons repris les pages existantes pour les IHM en les agrandissant pour les mettre à la taille d'un écran de PC, et nous avons ajouté une page où les principales informations de chaque zone sont visibles sur une même page. Voir Figure 13 : Page principale du PC serveur.

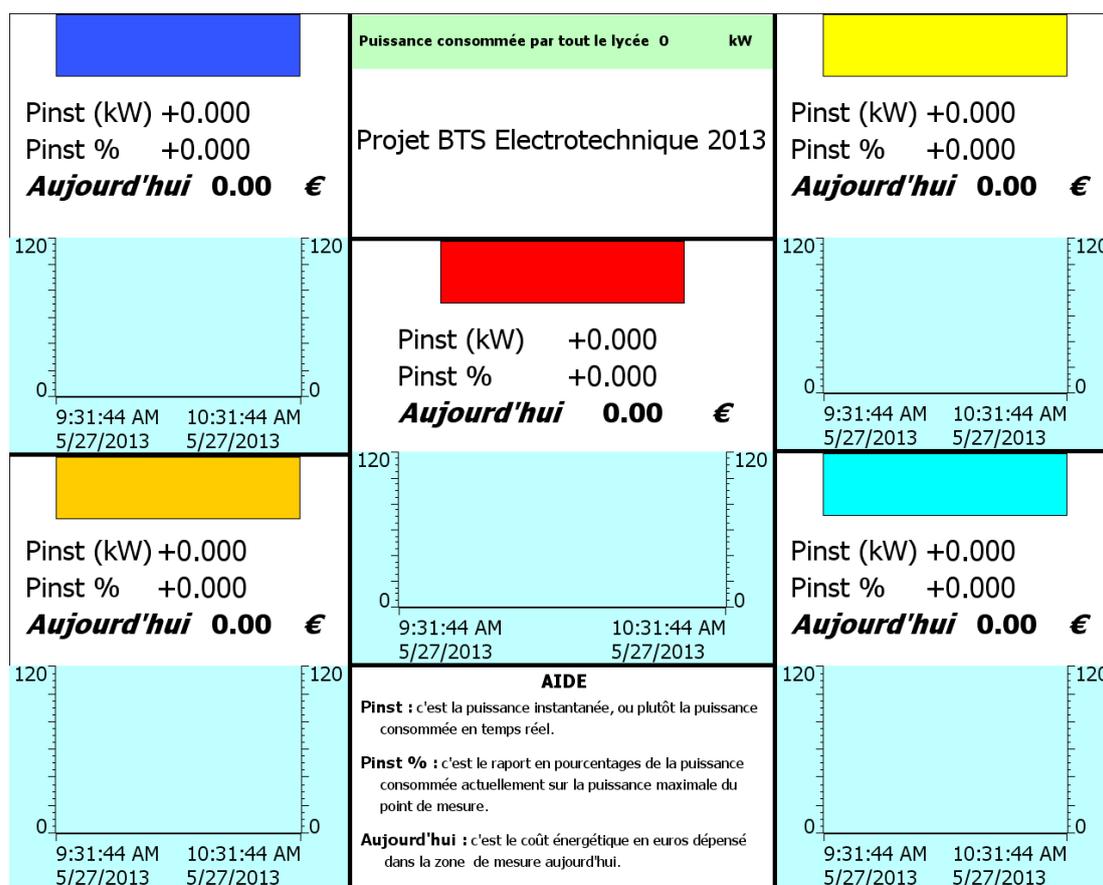


FIGURE 13 : PAGE PRINCIPALE DU PC SERVEUR

Accès au serveur

L'accès se fait sur le réseau du lycée depuis n'importe quel PC en utilisant son adresse IP (ici 172.18.151.12) dans un navigateur. On peut ensuite naviguer à l'aide de la souris.

Il est possible de se logger en simple utilisateur et en administrateur. Ce dernier mode permet d'avoir la main sur tout le serveur.

Stockage des données

Le PC est programmé pour stocker les données de consommation du système. Nous avons choisi de créer un fichier par zone et un fichier global avec toutes les zones, pour stocker les valeurs de puissance 10 minutes.

EVOLUTION DU SYSTEME

Il est prévu de faire évoluer le système dans les années à venir :

- Mise en place de points de mesure de la consommation de gaz en cuisine principale et initiation n°3.
- Mise en place de nouveaux points de mesure de consommation électrique
- Développement du PC serveur

Gaz

Le comptage de la consommation de gaz nécessite la mise en place de compteurs à impulsion. La réalisation ne peut être faite que par une entreprise spécialisée. Le coût est de l'ordre de 1500€.

On pourra ensuite raccorder la sortie impulsion du compteur au Sentron le plus proche pour exploiter le comptage gaz depuis les API.

Ces travaux sont planifiés dans un avenir proche au lycée.

Serveur web

Le serveur Web sera développé dès l'année prochaine en partenariat avec la section BTS IRIS de notre établissement, dans le cadre des projets de fin d'étude.

La gestion des utilisateurs devra être développée, l'environnement graphique et le stockage sécurisé des données.

Seront envisagées des applications sur tablette et Smartphone.

BUDGET

De façon grossière, le budget peut s'établir ainsi :

	Poste	Coût unitaire	Nbre	Total
1	Automate S7-1214	400	2	800
2	Logiciels Siemens	2000	1	2000
4	Compteur Sentron installé avec TI et protections	800	4	3200
5	Ecran tactile installé (IHM)	500	4	2000
6	PC WEB serveur	600	1	600
			Total TTC	8 600€

Lors du changement des compteurs gaz par entreprise spécialisée, il faudra prévoir un budget de 1500€ par compteur. Par ailleurs on pourrait se contenter de 1 ou 2 IHM dans le système.

Ce budget est à rapprocher des économies attendues que nous avons estimé à 2500€ par an environ. Si cela s'avère réaliste, le retour sur investissement serait de l'ordre de 4 ans.

CONCLUSIONS

Ce projet a pu être mené à son terme dans le cadre des projets de bts électrotechnique par 8 étudiants.

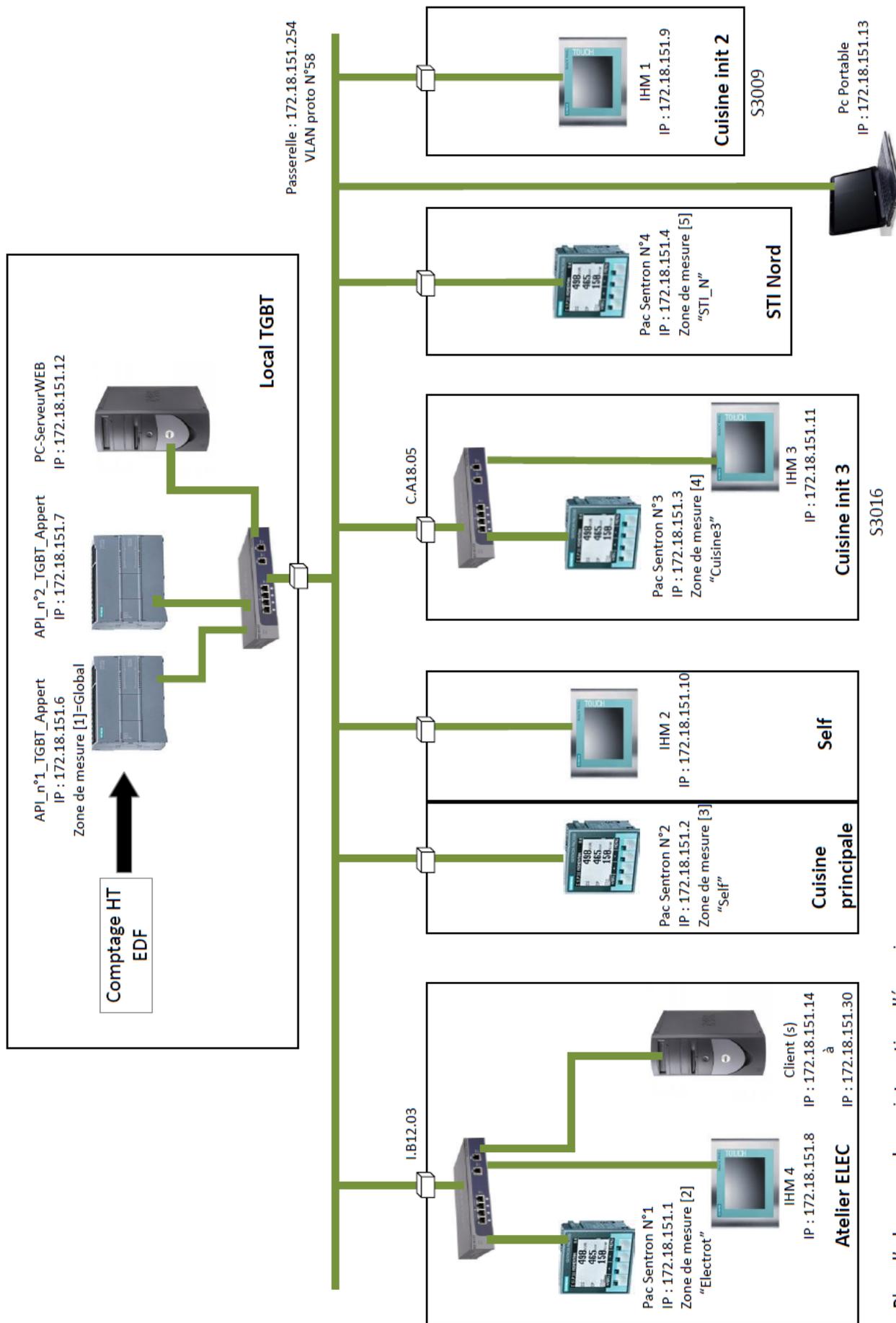
Il a comporté des aspects purement électrotechniques dans la mise en place des points de comptage (Sentron) et des afficheurs (IHM).

La partie principale a toutefois été de l'automatisme d'un niveau assez soutenu. De nombreux éléments de solutions ont été amenés par les enseignants, qui eux même ont été soutenus par un ingénieur Siemens.

Ce projet intéresse en premier lieu la région Pays de la Loire qui envisage d'installer le même dispositif dans d'autres lycées.

Par ailleurs, de nombreux industriels, souhaitant réduire leur budget énergie, sont en train de mettre en place des dispositifs semblables. Ils intègrent généralement des fonctions de délestage, ce que nous n'avons pas fait ici, bien que les fonctions soient présentes dans le programme.

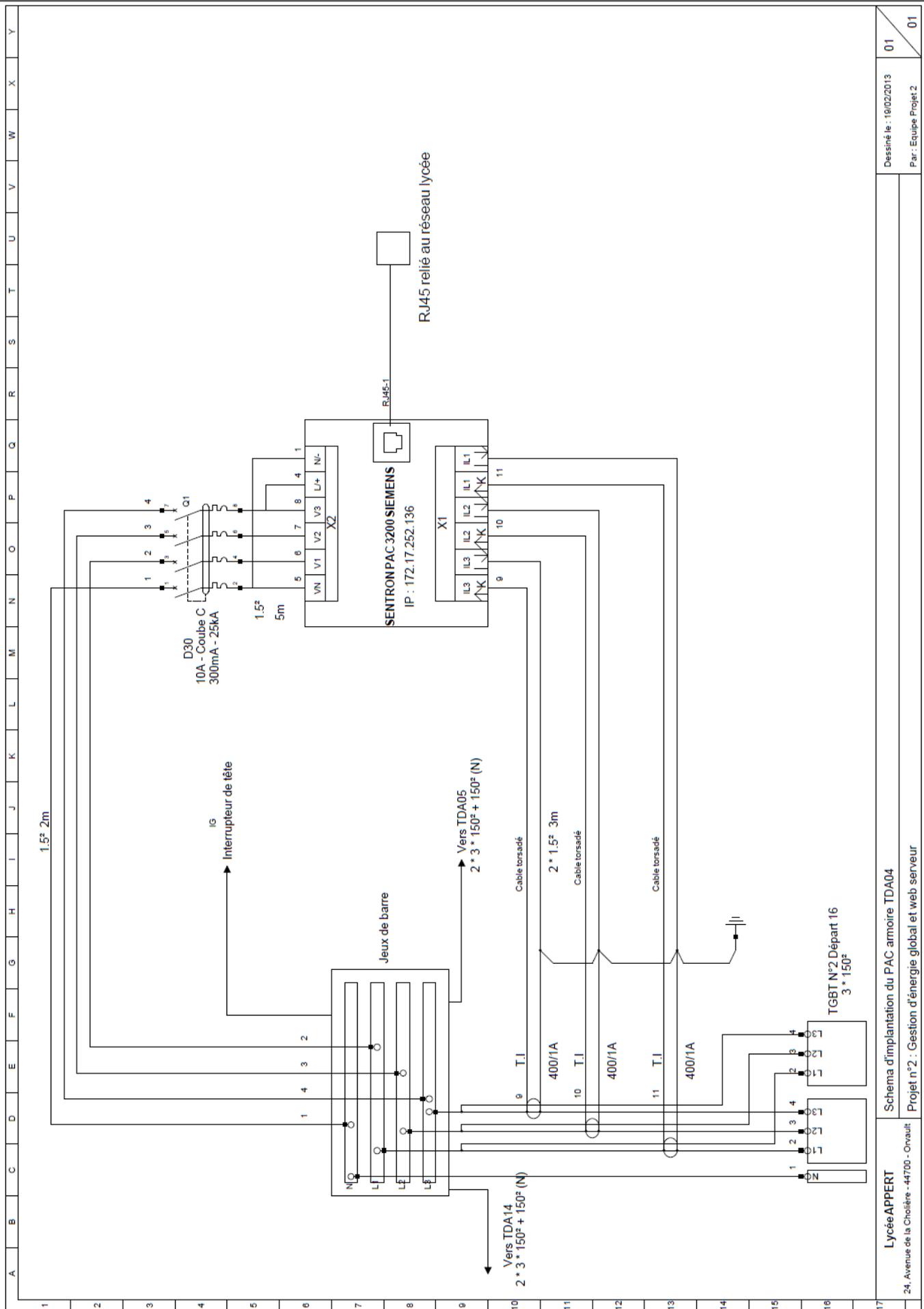
Avec un temps de retour sur investissement de 4 ans ce projet doit trouver sa place dans le budget investissement d'un lycée technique.



Plan d'adressage du projet gestion d'énergie

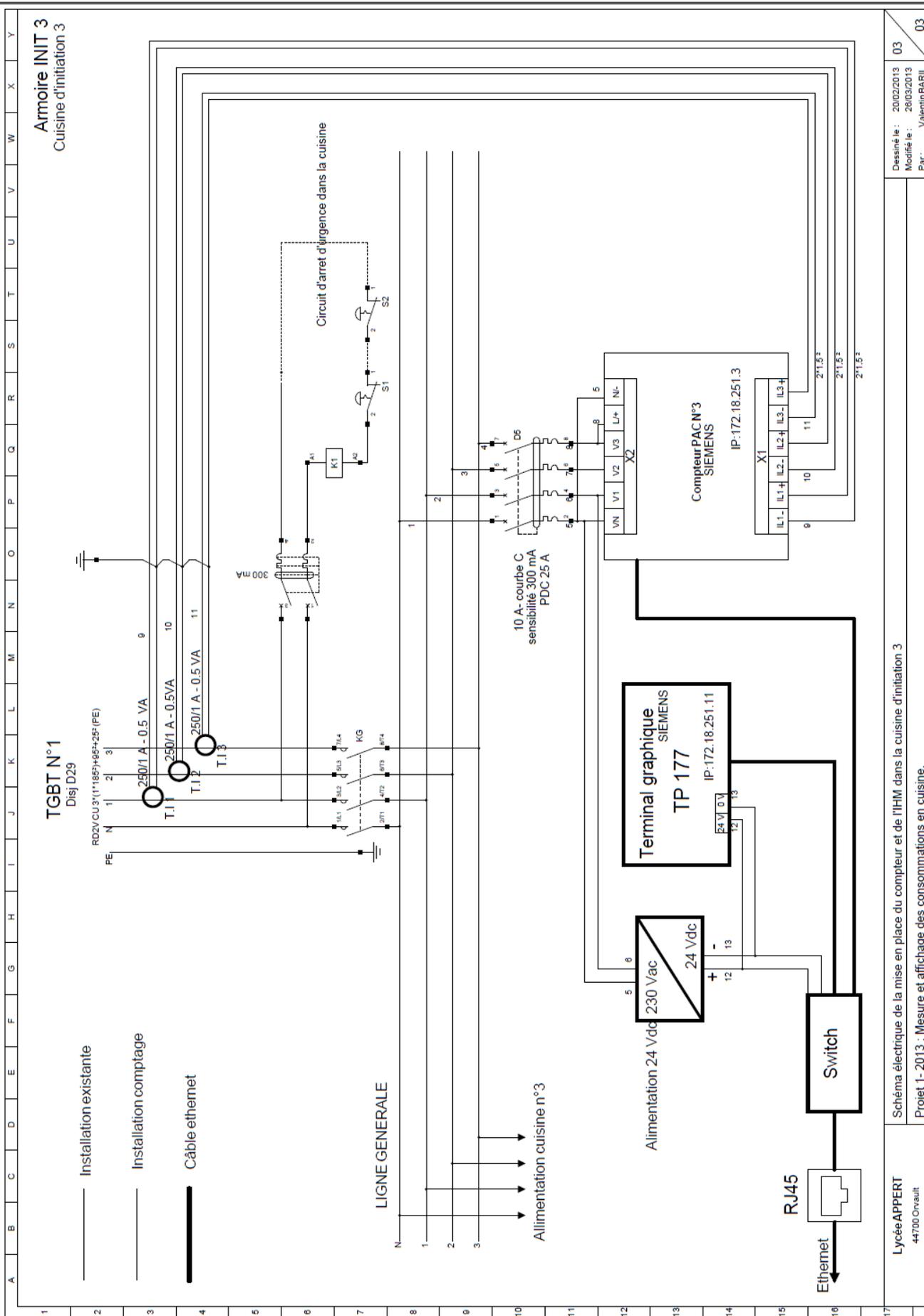
mardi 18 juin 2013

FIGURE 14 : ADRESSAGE DES ELEMENTS DU PROJET



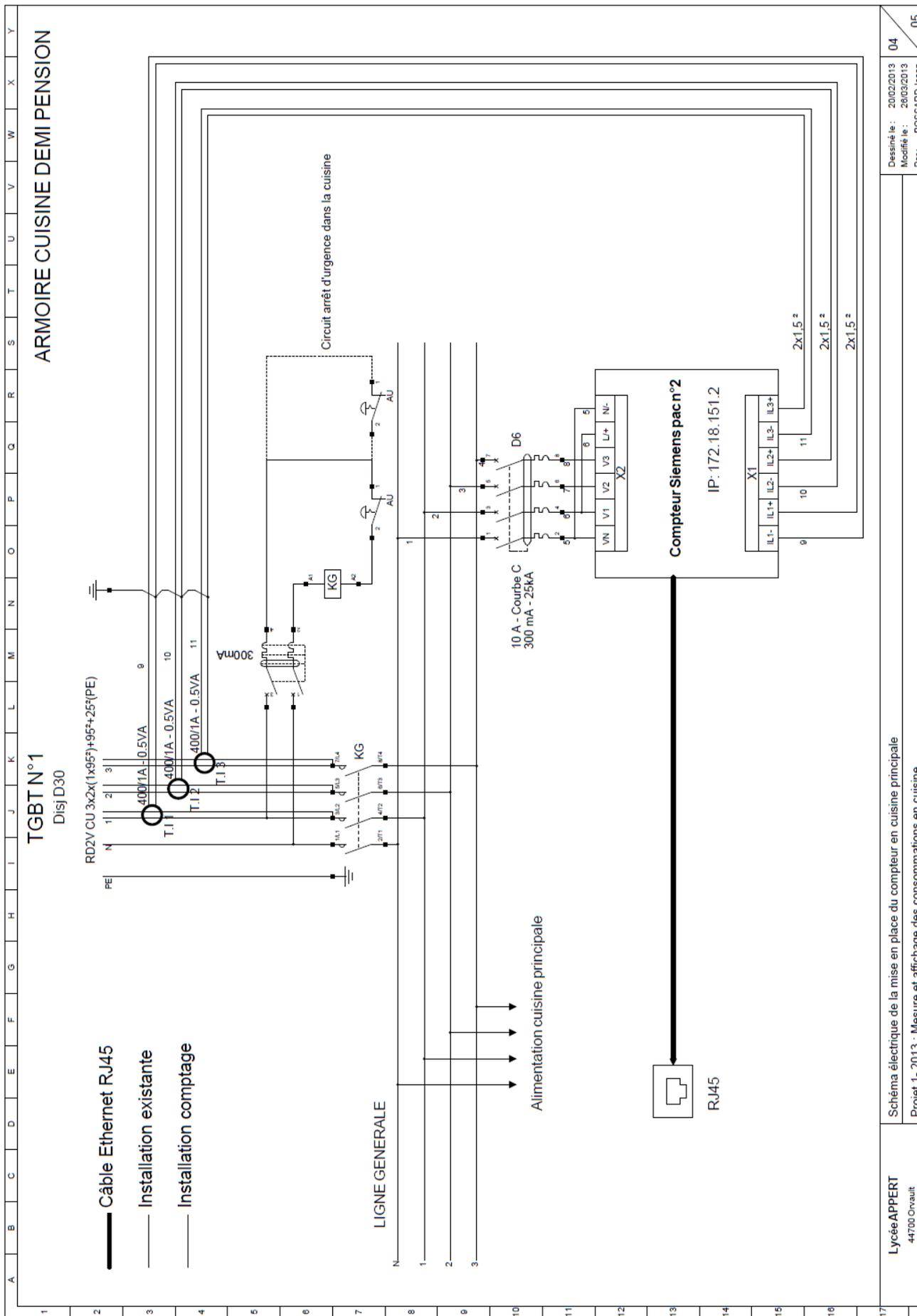
Lycée APPERT		Schema d'implantation du PAC armoire TDA04		Dessiné le : 19/02/2013		01	
24, Avenue de la Chôlière - 44700 - Orvault		Projet n°2 : Gestion d'énergie global et web serveur		Par : Equipe Projet 2		01	

FIGURE 15 : SCHEMA ARMOIRE ELECTRIQUE TDA04



Dessiné le : 20/02/2013 Modifié le : 26/03/2013 Par : Valentin BARIL	03
Schéma électrique de la mise en place du compteur et de l'IHM dans la cuisine d'initiation 3 Projet 1 - 2013 : Mesure et affichage des consommations en cuisine.	
Lycée APPERT 44700 Orvault	

FIGURE 16 : SCHEMA ARMOIRE ELECTRIQUE CUISINE N°3 Page 16



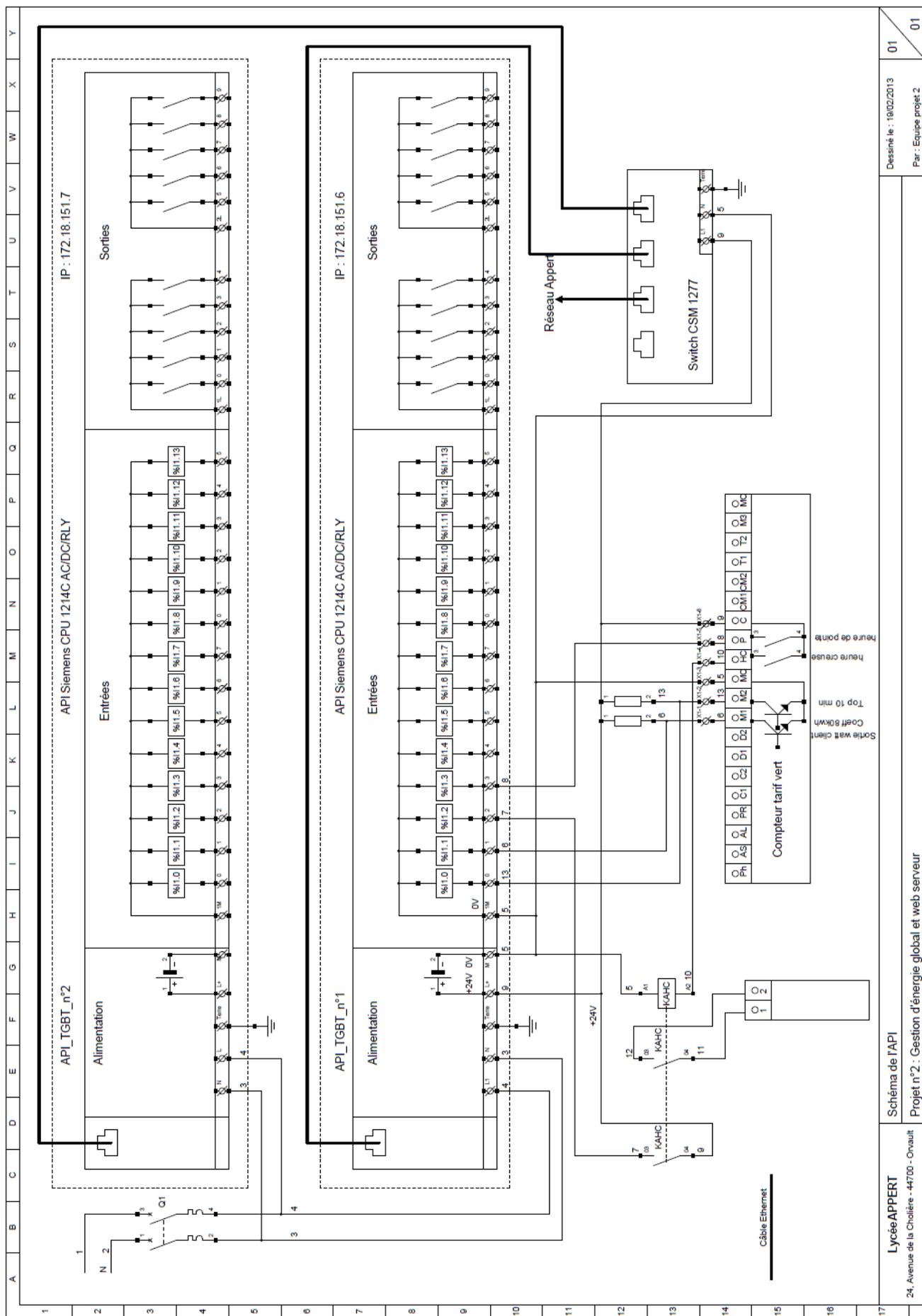
Dessiné le : 20/02/2013
Modifié le : 26/03/2013
Par : BOISSARD Jason

04

Schéma électrique de la mise en place du compteur en cuisine principale
Projet 1- 2013 : Mesure et affichage des consommations en cuisine

Lycée APPERT
44700 Orvault

FIGURE 17 : SCHEMA ARMOIRE ELECTRIQUE CUISINE PRINCIPALE



01
Dessiné le : 19/02/2013
Par : Equipe projet 2

Schéma de l'API
Projet n°2 : Gestion d'énergie global et web serveur

LycéeAPPERT
24, Avenue de la Chollière - 44700 - Orvault

FIGURE 18 : SCHEMA DES API DANS LE TGBT – RACCORDEMENT AU COMPTEUR « VERT »