



# Etude de la consommation électrique du lycée en vue de la réduction de la facture

Nom rédacteur :	Observations :	Date :		
Nom trinôme 2 :		Prépa /5	CR /15	Déroul. /0
Nom trinôme 3 :		Note :  /20		

## Compétences attendues

- Connaissance de la tarification A5
- Connaissance de la consommation dans une structure de taille importante
- Suppression des pénalités pour l'énergie réactive
- Suppression des pénalités de dépassement
- Optimisation de la consommation électrique

## Matériel utilisé

Aucun

## Ressources

Annexes au TP

- Facture lycée Appert janvier 2003
- Tarif vert A5 base
- Extrait d'audit

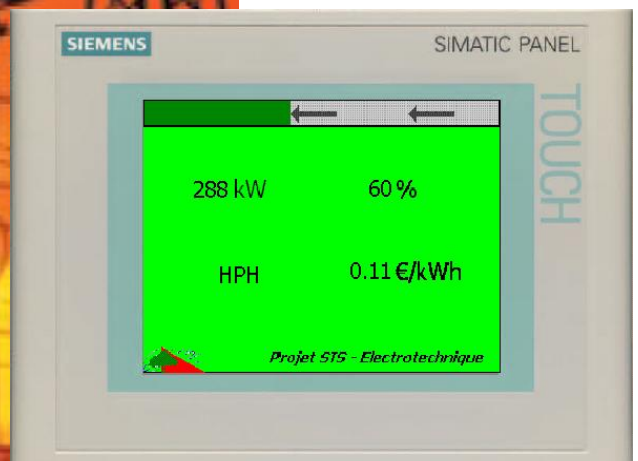
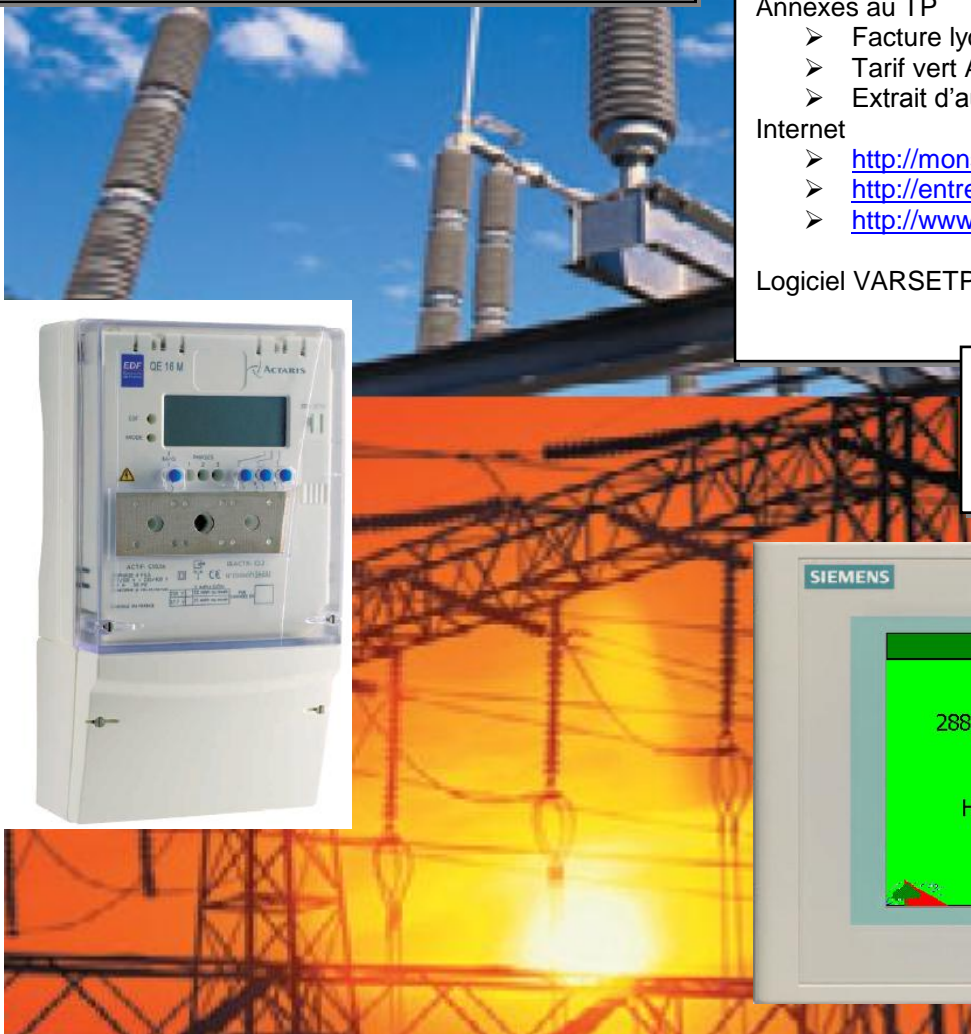
Internet

- <http://monsie.orange.fr/toutsurlaconsoelec/>
- <http://entreprises.edf.fr>
- <http://www.compensation.schneider-electric.fr/>

Logiciel VARSETPRO

## Pré-requis

Sciences physiques niveau IV



## Etude préalable (à faire pour le jour du TP)

Répondre directement sur le texte

### 1. Les différents contrats de « l'opérateur historique » : EdF

- Indiquer les différents types de contrats existants, les puissances correspondantes
  
  
  
  
  
  
  
  
  
  
- Pourquoi certains contrats indiquent une puissance souscrite en kVA et d'autres en kW ?
  
  
  
  
  
  
  
  
  
  
- Quelle est la puissance souscrite par le lycée Appert, et la version ?
  
  
  
  
  
  
  
  
  
  
- Indiquer ci-dessous les différentes périodes tarifaires qui s'appliquent au lycée, le prix du kWh pour chacune des périodes. Préciser la version (TLU, LU, MU, CU).

### 2. La structure du lycée Appert

- Sous quelle tension est livrée l'énergie électrique ? S'agit-t-il d'une structure en double dérivation ou en coupure d'artère ? Justifier.
  
  
  
  
  
  
  
  
  
  
- Le comptage se fait-il en BT ou en HT ? Comment sont prises en compte les pertes des transformateurs ?
  
  
  
  
  
  
  
  
  
  
- Y a-t-il un autre type de comptage en tarif vert, et dans ce cas comment sont prises en compte les pertes des transformateurs ?

- Est-il nécessaire de faire fonctionner les 2 transformateurs T1 et T2 en permanence ?
- Quel est l'intérêt d'utiliser un transfo T3 dans le TGBT2 au lieu de transporter l'énergie en 400V depuis le TGBT1?

## Etude sur place

### 3. Système de contrôle de la consommation

Dans le cadre des projets de BTS électrotechnique 2009, un système de visualisation de la puissance consommée par le lycée en temps réel a été mis en place.

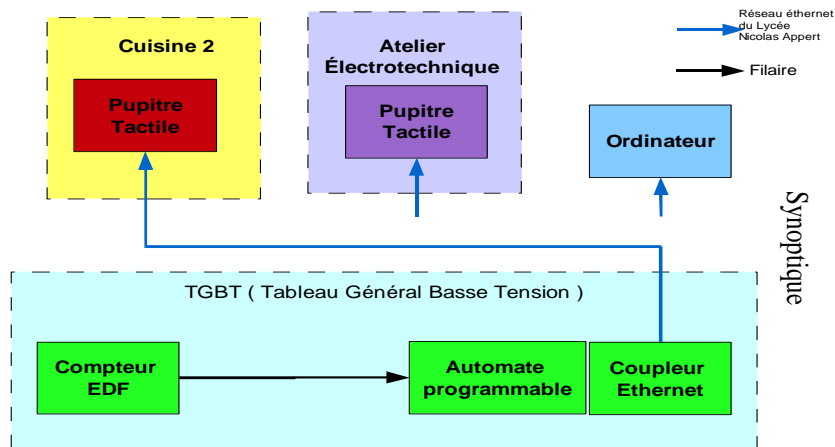
Les informations du compteur EDF sont enregistrées et analysées avec un API. Celui-ci calcule la puissance moyenne atteinte par tranche de 10 minutes : c'est cette information qui est utilisée par EDF pour facturer l'électricité.

Les informations sont transmises via le réseau Ethernet du lycée sur des pupitres tactiles couleur. Un premier en cuisine pour une prise de conscience du coût de l'énergie et de l'influence des cuisines sur la puissance crête.

L'autre en électrotechnique pour différentes activités sur l'énergie électrique.

D'autre part, l'API peut accumuler les données (valeur de la puissance moyenne) pendant 14 mois. Il est possible d'accéder à ces données avec un PC relié au réseau.

- Manipuler le terminal graphique, explorer les écrans d'aide et d'information.
- Quelle est la tranche horosaisonnaire courante, et le prix du kWh affiché?



- Comment évolue la puissance consommée par le lycée ?

### 4. Comprendre la facturation

#### 4.1. Principe de la mesure de l'énergie

La mesure de l'énergie se fait en tarif vert à l'aide d'un compteur électronique. Celui-ci utilise 3 transfos de courant et 3 transfos de tension.

La mesure de l'énergie est faite au fil du temps. Toutes les 10 mn, la valeur de l'énergie est mémorisée et le compteur remis à 0. Le dernier jour du mois l'ensemble des valeurs est télélevé par une ligne téléphonique dédiée.

Ces valeurs correspondent à la puissance moyenne sur 10mn et en même temps à l'énergie consommée en kWh/6. De cette façon, on vérifie que l'on ne dépasse pas la puissance souscrite sur cet intervalle. Il est donc possible de dépasser la puissance souscrite du moment que la moyenne (sur 10 mn) reste inférieure à la valeur souscrite.

Exemple : Valeur relevée **380** signifie 380 kW de puissance moyenne et  $380/6 = 63,33$  kWh d'énergie

- Quelle est l'énergie consommée sur cette période de 10mn si la puissance moyenne a été égale à la puissance souscrite ?

## 4.2. Recomposition de la facture de janvier 2003 à partir des relevés

On demande de recalculer le montant de la facture de janvier 2003 à partir des consommations figurant sur celle-ci. Voir facture pages 9 et 10. Rappeler :

- Puissance souscrite
- Version : très longue, longue, moyenne, courte utilisation

Abonnements	Janvier_2003 Montant (euro)	Calculs détaillés
Prime fixe		
Redev. location & entretien comptage		
Contrib. charges service public ,33c/kwh		

Heures de pointes P (kWh)		
Tarif P (€ / kWh)		
<b>TOTAL P</b>		
Heures creuses hiver HCH (kWh)		
Tarif HCH (€ / kWh)		
<b>TOTAL HCH</b>		
Heures pleines hiver HPH (kWh)		
Tarif HPH (€ / kWh)		
<b>TOTAL HPH</b>		
<b>COÛT TOTAL ENERGIE ACTIVE</b>		

Energie réactive facturée (KVARh)		
Prix du kVARh		
<b>COÛT TOTAL ENERGIE REACTIVE</b>		

Dépassements (kW) P		
Tarif (€ / kW)		
Dépassements (kW) HPH		
Tarif (€ / kW)		
<b>Coût dépassements (€)</b>		

Minoration 0,3%		
-----------------	--	--

<b>Total (€) HT</b>		
Taxes 5,5%		
Taxes 19,6%		

<b>Montant prélevé TTC (€)</b>		
--------------------------------	--	--

## 5. Diminution de la facture globale par amélioration du facteur de puissance

- Quels sont les périodes pendant lesquelles l'énergie réactive est facturée ?
- A quoi correspond cette énergie réactive, et quel est son principal inconvénient ?
- Combien a coûté l'énergie réactive au lycée en 2003 ?
- Expliquer ci-dessous la facturation de cette énergie, en précisant en particulier ce que signifie « en franchise » ?
- On peut réduire cette énergie réactive en mettant en place une batterie de condensateurs. A l'aide des documents et logiciels de votre choix, déterminer l'emplacement de la batterie sur le schéma du lycée, et sa valeur pour ne pas payer de réactif en prenant une marge de 50% par rapport à la plus forte consommation de l'année 2003.

## 6. Diminution de la facture en agissant sur les dépassements

A partir des relevés effectués toutes les 10', on a établi les courbes de consommation pour le mois de janvier 2003, la semaine du 13 au 19 janvier 2003 et le jeudi 16 janvier 2003. (Voir annexes)

- Commenter ces courbes : puissance minimum, maximum, consommation par jour de la semaine. Nombre de jours où il y a eu un dépassement.
- Est-il normal d'avoir autant de dépassements ? Quelles sont les solutions envisageables pour ne pas payer de pénalités ??



- Comparer avec la facture (celle-ci porte sur le mois complet). Conclure sur l'importance d'un jour à dépassements répétés dans le coût des dépassements du mois.

## 7. Evolution de la consommation

Dans le cadre des économies d'énergie et de la mise en place de l'agenda 21, la région Pays de Loire a fait mener des audits dans 25 EPLE, dont le lycée Appert.

On trouvera en annexe 8 quelques extraits significatifs.

Cela a conduit la région à faire effectuer des travaux dans le lycée en 2008/09. Des automates ont été mis en place, gérant des équipements gourmands comme les ventilations. De plus, la section électrotechnique a mis en place des condensateurs supplémentaires.

On vous demande de réaliser une étude de l'évolution de la consommation suite à tous les efforts consentis (lampes basse consommation, éclairage au STI, amélioration du  $\cos\Phi$ , efforts en cuisine, automates de gestion...)

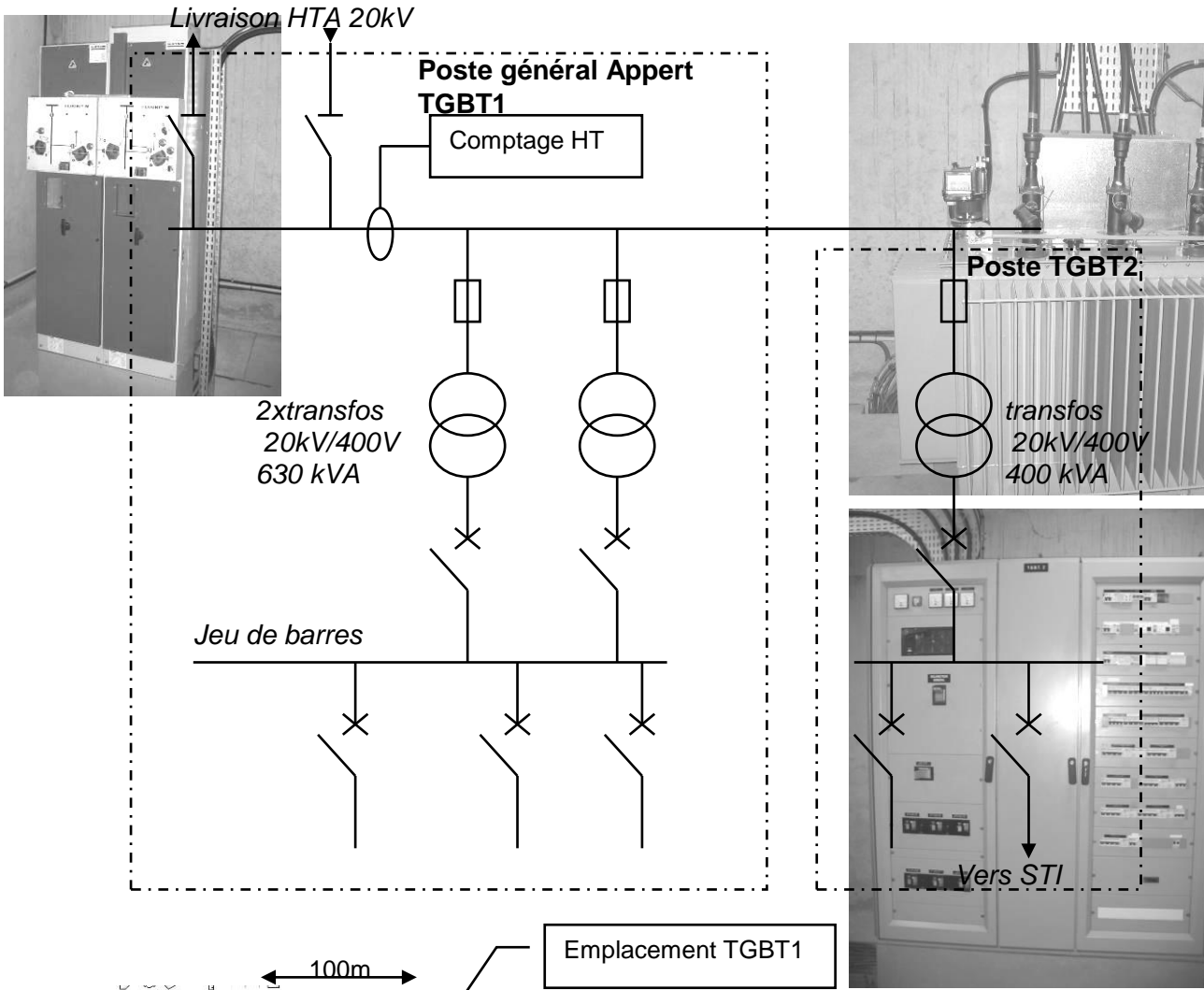
Pour cela vous allez comparer les consommations de septembre 2003 et septembre 2011.

Ces données sont disponibles dans deux fichiers Excel.

Vous devez pouvoir montrer une évolution à la baisse des consommations, mais aussi une possibilité de réduire l'abonnement du lycée de 480 kW à son ancienne valeur de 440 kW, et réduire la facture en conséquence.

Vous réaliserez des courbes comme en annexe 5 et 6 avec Excel.

Annexe1 : Schéma HTA et TGBT du lycée Appert



Le lycée Appert



Annexe 2 : Facture (recto) du lycée Appert



Electricité de France

EDF R.C.S. PARIS B 552 081 317  
N.I.T.V.A. FR 03 552 081 317

FACTURE

FACTURE SUR RELEVÉ  
N° 03034 00334 79 DU 04/02/03

Nom et adresse du lieu de consommation :  
LYCEE NICOLAS APPERT  
RUE DE LA CHOLIERE  
44700 ORVAULT

Votre service local:  
EDF GDF SERVICES  
EDF ENTREPRISES  
5 RUE DES AMETHYSTES BP 33878  
44338 NANTES CEDEX 3  
Tél. renseignements : 02 43 47 76 70  
Tél. dépannage ..... : 0 810 333 044  
(J CHARLES DENECHÉAU)  
MONTANT PRELEVÉ A PARTIR DU

Nom et adresse du destinataire de la facture : 142 41  
LYCEE NICOLAS APPERT

RUE DE LA CHOLIERE B.P. 57  
44700 ORVAULT

16 981,12€ 19/02/03

Notre référence: 142 03362 04692 00 41

TARIF VERT A5 MOYENNES UTILISATIONS  
CONTRAT SEUILS STANDARD

PRIMES FIXES, REDEVANCES ET FRAIS DIVERS	MONTANTS
PRIME FIXE FEVRIER (MINOREE DE 4,0% POUR CONTRAT DE 6 ANS)	1351,68
DEPASSEMENT: P = 76KW X 3,16E; HPH = 342KW X 2,40E	1060,96
* REDEV. LOCATION ET ENTRETIEN DU COMPTAGE	40,57
* CONTRIBUTION AUX CHARGES SERVICE PUBLIC 0,33C/KWH	520,56

ENERGIE ACTIVE (B=1-2+3+4-5)								MONTANTS
Période facturée	Consommation enregistrée	Consommation accessoire	Pertes lin	Pertes joule	Consommation en décompte	Consommation à facturer	Prix unitaire en centimes	
P	29624				0	29624	13,161	3898,81
HPH	84915				0	84915	6,632	5631,56
HCH	43205				0	43205	4,157	1796,03
TOTAL	157744					157744		

ENERGIE REACTIVE (en kvarh) FACTUREE SUR LA BASE TANGENTE PHI = 0,40								MONTANTS
Energie réactive mesurée en P-HP	Energie active mesurée en P-HP	Tangente PHI au secondaire	primaire	Kvarh consommés	Kvarh en franchise	Kvarh à facturer	Prix unitaire en centimes	
51526	114539	0,449		51526	45815	5711	1,754	100,17

<p>Émission: 2003 Mandat N°: 204 N° de compte: B 60611 Agent (0,30%) L'Ordonnateur</p>								
MINORATION								-43,20
<b>TOTAL GÉNÉRAL HORS TAXES</b>								<b>14357,14</b>
<b>CALCUL DES TAXES</b>								
TVA 5,50% SUR		1347,63E				74,12E		
TVA 19,60% SUR		13009,51E				2549,86E		
TOTAL TVA PAYEE SUR LES DÉBITS								2623,98
<b>MONTANT PRELEVÉ EN EUROS</b>								<b>16981,12</b>

AUCUN ESCOMPTE N'EST ACCORDE POUR PAIEMENT ANTICIPE  
(1) y.c. cout d'acheminement pour 34% (% moyen Tarif Vert HTA)

Les rubriques précédées d'un \* ne sont pas soumises aux taxes locales, celles précédées de \*\* ne sont pas taxables

COUPON A CONSERVER

Notre référence: 142 03362 04692 00 41  
Numéro de facture: 03034 00334 79  
Date de facture: 04/02/03 ENERGIE : E  
LYCEE NICOLAS APPERT  
MONTANT TTC PRELEVÉ 16981,12E

A PARTIR DU 19/02/03

BANQUE: TG  
CODE BANQUE: 10071  
CODE GUICHET: 44000  
NO DE COMPTE: 00003000272 54  
TITULAIRE DU COMPTE:  
AG COMP LYCEE N APPERT

Annexe 3 : Facture (verso) du lycée Appert

**Electricité de France**

<b>FACTURE N° 03034 00334 79 DU 04/02/2003</b>					
<b>RELEVÉ DE VOS CONSOMMATIONS DU 01/01/03 AU 01/02/03</b>					
<b>PUISSANCE CONTROLÉE PAR COMPTEUR ÉLECTRONIQUE</b>					
Poste, horaire	Valeur relevée	Coefficient de tarification	Valeur mesurée	Forfait + ou -	Valeur retenue
P	476,00	1,0000	476,00		476,00
HP	551,00	1,0000	551,00		551,00
HC	215,00	1,0000	215,00		215,00
Période tarifaire	Puissance souscrite	Puissance en kW		Dépassement	
		Retenues	Partes	Décompte	Atteints
P	440	476,00		0	476
HPH	440	551,00		0	551
HCH	440	215,00		0	215
HPE	440				
HCE	440				

PUISSANCE RÉDUITE SOUSCRITE (PR) : 440,0 KW

ENERGIE ACTIVE		KWH	
<b>COMPTEURS MONOPHASES</b>	Nouvel index.....		
	Ancien index.....		
	Coefficient.....		
1er compteur	Correction-Forfait		
	Sous-total		
	Nouvel index.....		
	Ancien index.....		
	Coefficient.....		
2e compteur	Correction-Forfait		
	Sous-total		
	Nouvel index.....		
	Ancien index.....		
	Coefficient.....		
3e compteur	Correction-Forfait		
	Sous-total		
<b>TOTAL COMPTEUR TRIPHASE</b>	Nouvel index.....	776153	
	Ancien index.....	746529	
	Coefficient.....	1,0000	
	Correction-Forfait		
	Sous-total	29624	
	Nouvel index.....	8127887	
Heures pleines	Ancien index.....	8042972	
	Coefficient.....	1,0000	
	Correction-Forfait		
	Sous-total	84915	
	Nouvel index.....	3366079	
Heures creuses	Ancien index.....	3322874	
	Coefficient.....	1,0000	
	Correction-Forfait		
	Sous-total	43205	
<b>TOTAL ENERGIE REPARTIE</b>	Pointe (P).....	157744	
	H. pleines (HP)...		
	P + HP.....		
	H. creuses (H.C)		
<b>ENERGIE REACTIVE</b>			
POINTE	Nouvel index.....	373597	4536508
+	Ancien index.....	360693	4497886
HEURES PLEINES	Coefficient.....	1,0000	1,0000
	Correction-Forfait		
<b>TOTAL kvarh</b>		12904	38622

RETARD DE PAIEMENT : TAUX D'INTERET ANNUEL 6,39 %  
AVEC UN MINIMUM DE PERCEPTION DE 39,78 EUROS.

Q29V XP291 14.12.93

## Annexe 4 : Tarif vert A5

ELECTRICITE DE FRANCE  
Direction Financière France

PAGE V.8 €

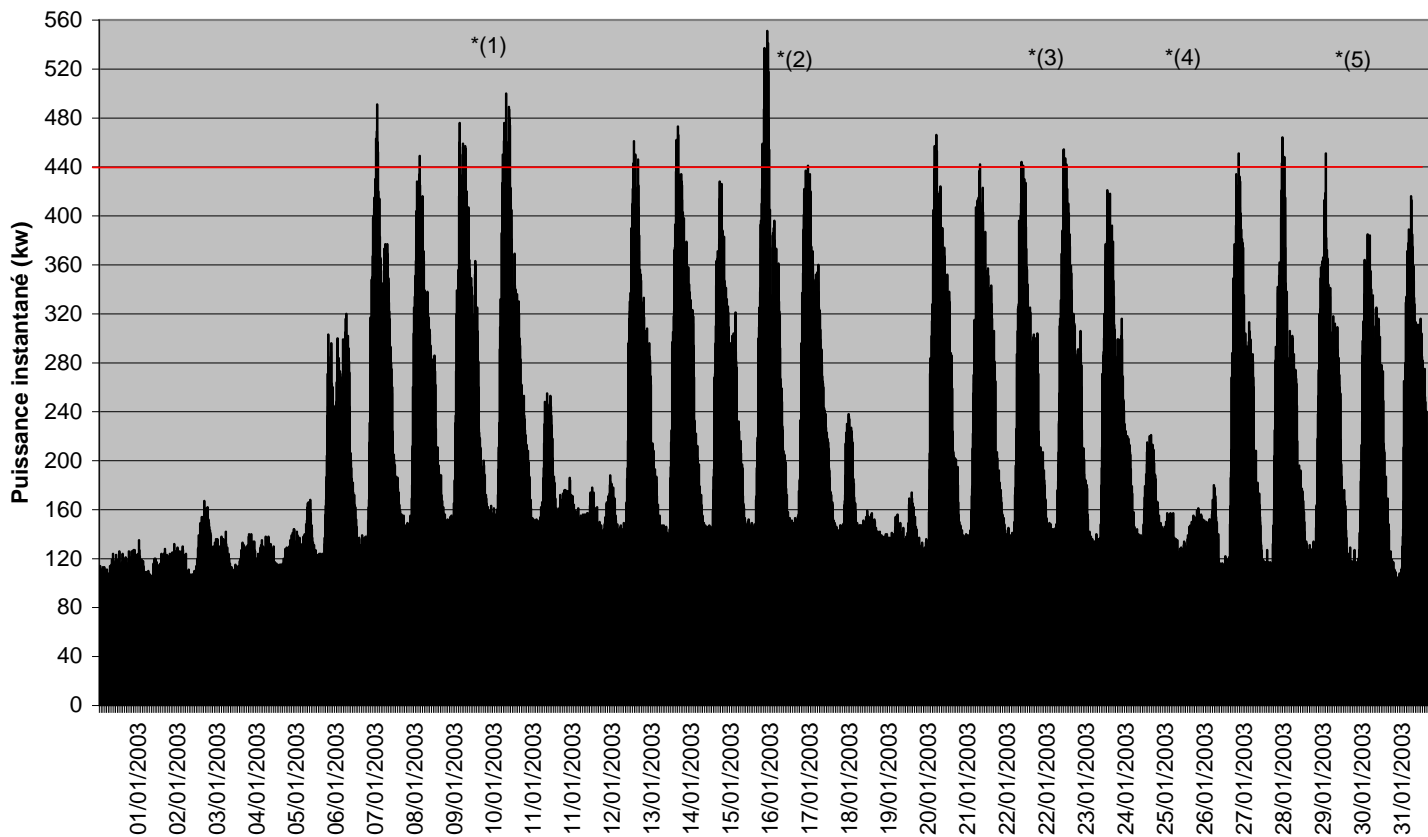
Prix hors taxes (1) au: 15/08/2006

### TARIF VERT A5 BASE en €

BAREME DU 15/08/2006	PRIME FIXE ANNUELLE €/kW	PRIX DE L'ENERGIE ( c €/kWh )				
		HIVER			ETE	
		PTE	HPH	HCH	HPE	HCE
TLU	110.16	5.330	4.075	3.104	2.390	1.480
LU	67.68	9.552	5.453	3.659	2.548	1.619
MU	38.40	13.161	6.632	4.157	2.772	1.816
CU	17.04	20.079	8.947	5.105	3.014	2.019
ENERGIE REACTIVE ( cent €/kvarh )		1.754				
Coefficients Puissance réduite A5	TLU	1.00	0.76	0.31	0.15	0.06
	LU	1.00	0.76	0.31	0.15	0.06
	MU	1.00	0.76	0.31	0.15	0.06
	CU	1.00	0.77	0.33	0.18	0.08
CALCUL DEPASSEMENT	COMPTAGE (k3 k2 k1)	ELECTRONIQUE 3.30 €/kW	K.N.(PMAx-P) 1.10 €/kW		K.(PMAx-P) 27.54 €/kW	
	Coefficients par poste	1.00	0.76	0.31	0.15	0.06
TARIF APPLICABLE AUX CLIENTS EN HTA INFERIEURS A 10000 kW						
HIVER	: de novembre à mars inclus					
ETE	: d'avril à octobre inclus					
POINTE	: 2h le matin et 2h le soir de décembre à février inclus					
HEURES CREUSES	: 8h par jour et dimanche toute la journée					

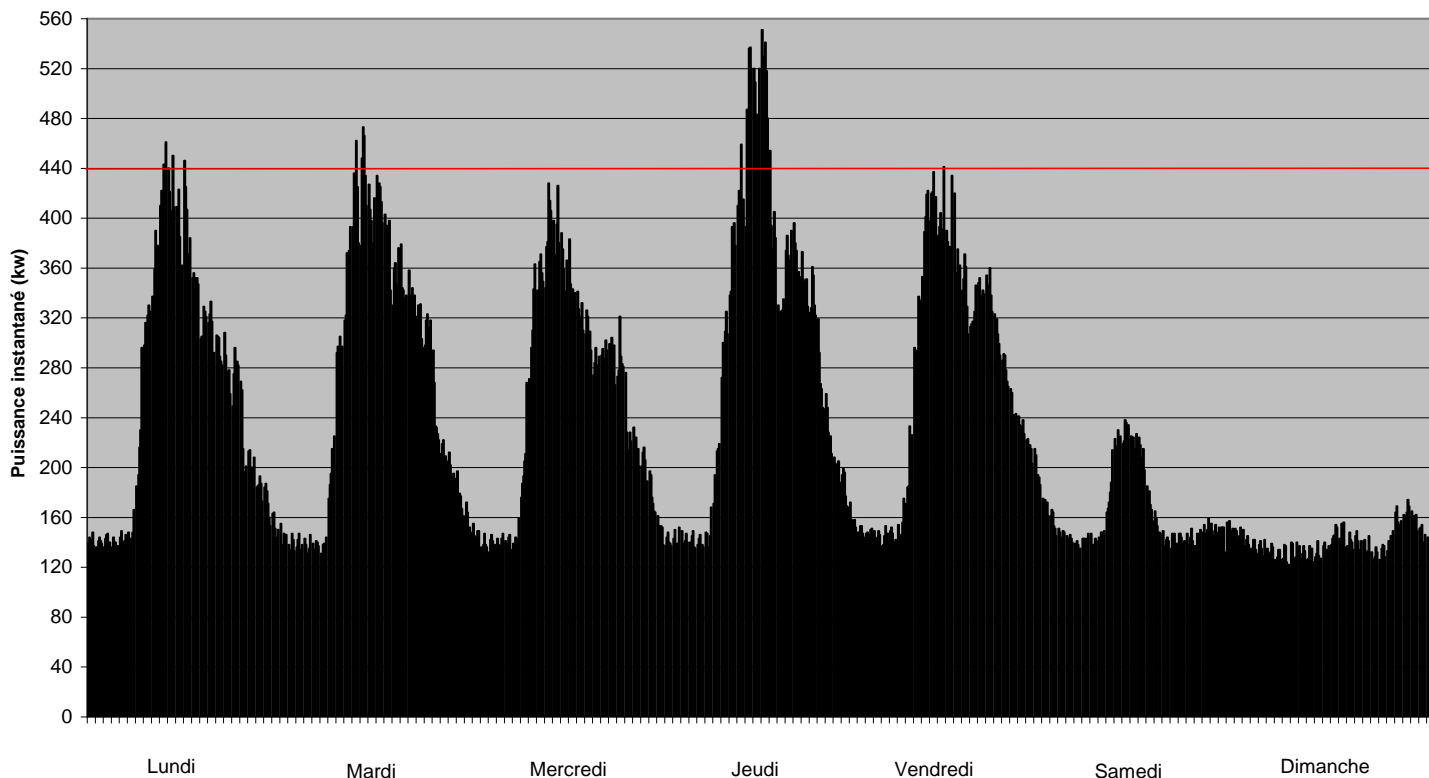
**Annexe 5 : Courbes de consommations mensuelles et hebdomadaires**  
Puissance instantanée moyennée sur 10 minutes

**JANVIER 2003**



\* Dépassement de puissance ( $P > 440 \text{Kw}$ )

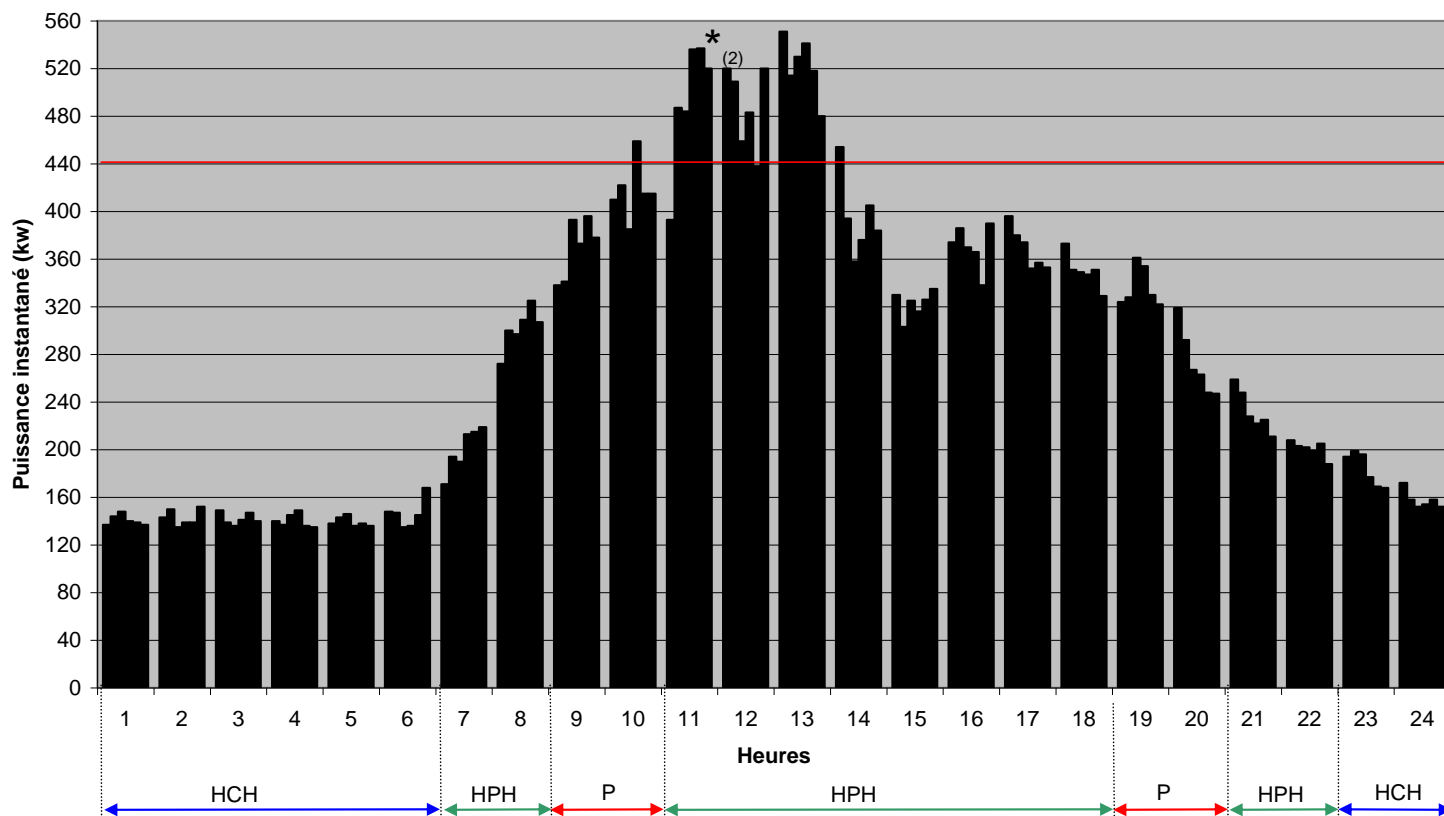
**Semaine du Lundi 13/03 au Dimanche 19/01/2003**



## Annexe 6 : Courbes de consommation journalière et valeurs

Puissance instantanée moyennée sur 10 minutes

Jeudi 16 Janvier 2003



Date	Heure	Valeur 10'	Valeur 10'	Valeur 10'	Valeur 10'	Valeur 10'	Valeur 10'
16/01/2003	0	137	144	148	140	139	137
16/01/2003	1	143	150	135	139	139	152
16/01/2003	2	149	139	136	141	147	140
16/01/2003	3	140	137	145	149	136	135
16/01/2003	4	138	143	146	136	138	136
16/01/2003	5	148	147	135	136	145	168
16/01/2003	6	171	194	190	213	215	219
16/01/2003	7	272	300	297	309	325	307
16/01/2003	8	338	341	393	373	396	378
16/01/2003	9	410	422	385	459	415	415
16/01/2003	10	393	487	484	536	537	520
16/01/2003	11	520	509	459	483	438	520
16/01/2003	12	551	514	530	541	518	480
16/01/2003	13	454	394	358	376	405	384
16/01/2003	14	330	303	325	316	326	335
16/01/2003	15	374	386	370	366	338	390
16/01/2003	16	396	380	374	352	357	353
16/01/2003	17	373	351	349	347	351	329
16/01/2003	18	324	328	361	354	330	322
16/01/2003	19	319	292	267	263	248	247
16/01/2003	20	259	248	228	222	225	211
16/01/2003	21	208	203	202	199	205	188
16/01/2003	22	194	199	196	177	169	168
16/01/2003	23	172	158	152	154	158	152

Annexe 7 : Récapitulatif annuel 2003

Bilan annuel de factures :  
Année 2003

Abonnements	Janvier	Février	Mars	Avril	Mai	Juin	Juillet	Août	Septembre	Octobre	Novembre	Décembre
Prime fixe	1351,68	1351,68	1351,68	1351,68	1351,68	1351,68	1393,92	1393,92	1393,92	1393,92	1393,92	1393,92
Redev. location & entretien comptage	40,57	40,57	40,57	40,57	40,57	40,57	40,57	40,57	40,57	40,57	40,57	40,57
Contrib. charges service public .33c/kwh	520,56	387,02	371,45	334,05	321,41	321,41	193,73	192,47	351,86	396,95	457,84	452,93

Energie active (coût/conso) (consommation)

Heures de pointes P (kWh)	29624	21620										25765
Tarif P (€ / kWh)	0,13161	0,13161										0,13556
<b>TOTAL P</b>	<b>3898,81</b>	<b>2845,41</b>										<b>3492,70</b>
Heures creuses hiver HCH (kWh)	43205	34765	33416									73393
Tarif HCH (€ / kWh)	0,04157	0,04157	0,04157									0,06831
<b>TOTAL HCH</b>	<b>1796,03</b>	<b>1445,18</b>	<b>1389,10</b>									<b>5013,48</b>
Heures pleines hiver HPH (kWh)	84915	60893	79146									38095
Tarif HPH (€ / kWh)	0,06632	0,06632	0,06632									0,04282
<b>TOTAL HPH</b>	<b>5631,56</b>	<b>4038,42</b>	<b>5248,96</b>									<b>1617,74</b>
Heures creuses été HCE (kWh)				29918	27670	26107	21897	23115	28369	33766		
Tarif HCE (€ / kWh)				0,0185	0,0185	0,0185	0,01901	0,01906	0,01906	0,01906		
<b>TOTAL HCE</b>				<b>553,48</b>	<b>511,90</b>	<b>482,98</b>	<b>416,26</b>	<b>440,57</b>	<b>540,71</b>	<b>643,58</b>		
Heures pleines été HPE (kWh)				71310	69726	53523	36808	35210	78254	86523		
Tarif HPE (€ / kWh)				0,02763	0,02763	0,02763	0,02838	0,02846	0,02846	0,02846		
<b>TOTAL HPE</b>				<b>1970,30</b>	<b>1926,53</b>	<b>1478,84</b>	<b>1044,61</b>	<b>1002,08</b>	<b>2227,11</b>	<b>2462,44</b>		
<b>COUT TOTAL ENERGIE ACTIVE</b>	<b>11326,41</b>	<b>8329,01</b>	<b>6638,07</b>	<b>2523,78</b>	<b>2438,42</b>	<b>1961,82</b>	<b>1460,87</b>	<b>1442,65</b>	<b>2767,82</b>	<b>3106,0</b>	<b>8514,18</b>	<b>10137,41</b>

Energie réactive (coût/conso) (consommation)

Energie réactive facturée (KVARh)	5711	2453	5971									5940
Prix du KVARh	0,01754	0,01754	0,01754									0,01754
<b>COUT TOTAL ENERGIE REACTIVE</b>	<b>100,17</b>	<b>43,03</b>	<b>104,73</b>									<b>104,19</b>

Dépassements (coût/conso) (consommation)

Dépassements (kW) P	76	64										14
Tarif (€ / kWh)	3,16	3,16										3,25
Dépassements (kW) HPH	342	54										135
Tarif (€ / kWh)	2,4	2,4										2,47
<b>Coût dépassements (€)</b>	<b>1060,96</b>	<b>331,84</b>										<b>378,95</b>

Minoration	-43,2	-31,45	-25,52	-10,63	-10,38	-9,04	-7,72	-7,67	-11,39	-12,36	-26,75	-31,27
------------	-------	--------	--------	--------	--------	-------	-------	-------	--------	--------	--------	--------

<b>Total (€) HT</b>	<b>14357,15</b>	<b>10451,70</b>	<b>8480,98</b>	<b>4239,45</b>	<b>4141,70</b>	<b>3607,81</b>	<b>3081,37</b>	<b>3061,94</b>	<b>4542,78</b>	<b>4930,5</b>	<b>10673,69</b>	<b>12476,69</b>
axes 5,5%	74,12	74,12	74,12	74,12	74,12	74,12	76,44	76,44	76,44	76,44	76,44	76,44
axes 19,6%	2549,87	1784,40	1398,14	566,38	547,23	442,64	331,25	327,45	617,55	693,50	1818,60	2171,82

<b>Montant prélevé TTC (€)</b>	<b>16981,1</b>	<b>12310,22</b>	<b>9953,23</b>	<b>4879,95</b>	<b>4763,06</b>	<b>4124,57</b>	<b>3489,07</b>	<b>3465,82</b>	<b>5236,77</b>	<b>5700,43</b>	<b>12568,73</b>	<b>14724,95</b>
--------------------------------	----------------	-----------------	----------------	----------------	----------------	----------------	----------------	----------------	----------------	----------------	-----------------	-----------------

**Annexe 8 : Extraits de l'audit effectué par la région Pays de Loire au lycée APPERT en 2007**

ANNEXE

**SYNTHESE DES AUDITS****Difficultés rencontrées par les E.P.L.E. :**

Il se dégage des 25 audits réalisés qu'une majorité des établissements rencontre des difficultés de maîtrise des consommations, en raison notamment :

- De la méconnaissance précise des installations, de leur fonctionnement et de leurs possibilités de régulation et/ou de programmation ;
- De la complexité et de la multiplication des systèmes installés ;
- De la méconnaissance des sources réelles de gaspillage (et donc d'économies possibles), au-delà des fenêtres ouvertes et des lumières allumées, dans leurs bâtiments ;
- Des moyens qu'il faudrait consacrer au contrôle, au suivi et à l'évaluation des factures et des consommations, mais aussi au suivi des contrats et de la qualité des prestations rendues par les partenaires ;
- Du manque de sensibilisation des usagers des bâtiments publics aux économies d'énergie et donc de difficulté de maîtrise des comportements énergétiques.

**Sources d'économies :**

A l'inverse, ces Audits mettent à jour les sources d'économies les plus fortes, sur le plan des dépenses mais aussi des consommations et des émissions de gaz à effet de serre, et ce, sans qu'il soit nécessaire d'y consacrer de gros investissements financiers. Ces interventions sont généralement les suivantes :

- Adaptation des températures de chauffage demandées en fonction de l'usage des locaux, en respectant la réglementation (par exemple : 19° au lieu de 21° pour les locaux scolaires et les bureaux, 14 à 16° maxi pour les salles de sport) et, si possible, diminution conséquente de températures dans les locaux qui n'ont pas vocation à être chauffés (halls, couloirs, locaux techniques, stockages, etc.),
- Identification de tous les équipements de programmation et de régulation et vérification de leur bon fonctionnement et de leurs réglages, pour le chauffage et l'eau chaude sanitaire, mais également pour la ventilation, et les hottes de cuisines,
- Diminution des températures de chauffage demandées la nuit,
- Arrêt des installations en périodes d'inoccupation (week-end, vacances scolaires) pour le chauffage et l'eau chaude sanitaire, mais également pour la ventilation, les chambres froides, l'éclairage de secours et les équipements informatiques (arrêt « propre » des serveurs pendant l'été et programmation du mode veille de tous les P.C. en « économie d'énergie »), etc.,
- Remise en état des appareils défectueux qui concourent à économiser l'énergie (système de récupération sur les hottes, volets d'air neuf, vannes de chauffage, etc.)

## 5. Optimisations

### Gestion de l'énergie

#### Actions à court terme

Afin d'améliorer la performance énergétique, nous conseillons les solutions à court terme suivantes :

#### Remplacement de la régulation

Ce remplacement par un matériel plus performant intégrant la gestion centralisée des équipements techniques permettra :

- La gestion en cascade des chaudières des chaufferies bâtiment H et I,
- L'asservissement des pompes à l'arrêt du chauffage de la zone
- La programmation des différents circuits en fonction de l'occupation journalière, hebdomadaire et mensuelle.

coût d'investissement	30 000 €
Gains en consommation électrique	3000 kWh
Gains en consommation calorifique	50 000 kWh
Gains financiers	1700 €

#### Programmation des hottes de cuisine en fonction de l'occupation

- Une réduction du fonctionnement des hottes pour les cuisines d'initiation pour les heures entre 8-17h aura l'incidence suivant sur l'extraction et la compensation

coût d'investissement	2 000 €
Gains en consommation électrique	25 000 kWh
Gains en consommation calorifique	50 000 kWh
Gains financiers	2800 €

#### Remplacement des circulateurs par des circulateurs à variation de vitesse

Tous les circulateurs de chauffage qui se trouvent sur un circuit à débit ou température variable (circuit radiateurs, plancher chauffant, batteries chaudes) peuvent adapter leur puissance en fonction de la demande (asservissement sur température de retour, sonde de pression différentielle). Leurs consommations électriques pendant leur marche et durant toute la période de chauffage sont ainsi réduites au minimum. Quatorze pompes seront concernées. Le choix d'une pompe à variation de vitesse est intéressant au moment de changement de la pompe

Surcoût d'investissement par rapport à des pompes sans variateur	9500 €
Gains en consommation électrique	7700 kWh
Gains en consommation calorifique	60 000 kWh
Gains financiers	2500 €

Cette solution est d'autant plus efficace si elle est accompagnée de la mesure suivante

#### Equiper systématiquement des radiateurs avec des têtes thermostatiques

Aujourd'hui, une partie des radiateurs est équipée de têtes thermostatiques. Néanmoins tous les radiateurs peuvent être équipés d'une telle tête afin d'adapter leur puissance aux ambiances instantanée et de profiter pleinement des apports solaires ou internes.