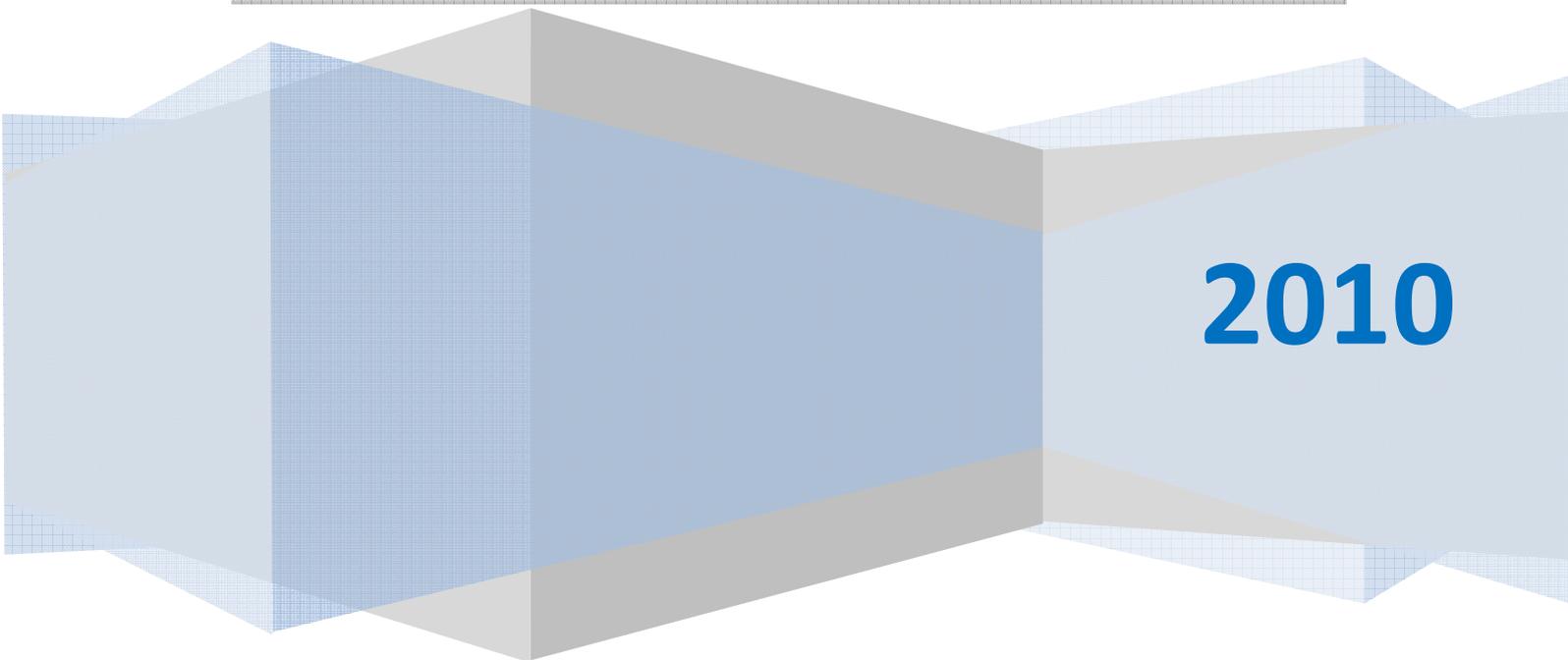


# Economie d'énergie informatique

Travail pratique interdisciplinaire

Donzé Christophe / Duraki Emir / Jolidon Loïc

CPAI-JB - MPT2 (3)



2010

## Sommaire

<b>1. Introduction.....</b>	<b>1</b>
Présentation du sujet.....	1
Choix du thème.....	1
Structure du projet .....	2
<b>1. Etat actuel.....</b>	<b>2</b>
1.1. Recherche .....	3
1.1.1. Coût du kilowattheure .....	3
2.1.2. Etat des classes.....	3
2.1.2.1 Nombres de classes.....	3
2.1.2.2 Occupations des classes .....	4
2.1.2.3 Consommation des appareils et des salles .....	4
2.2. Bilan de l'état actuel .....	5
<b>3. Etude .....</b>	<b>6</b>
3.1. Mise en tension et hors tension .....	6
3.2. Consommation des appareils éteints .....	6
3.3. Type d'interrupteur.....	7
3.4. Réalisation concrète .....	8
3.5. Economie d'électricité en travaillant.....	9
<b>4. Coûts et bénéfices .....</b>	<b>10</b>
4.1. Coût dépensé pour l'énergie grise.....	10
4.2. Prix des fournitures et du travail .....	11
4.3. Prime d'assurance.....	11
4.4. Temps d'amortissement .....	12
<b>5. Conclusion .....</b>	<b>13</b>
5.1. Constatation.....	13
5.2. Bilan final.....	14
5.3. Critique du projet.....	15
5.3.1. Réflexion.....	15
5.4. Autocritique .....	16
<b>6. Bibliographie.....</b>	<b>16</b>

<b>7. Remerciements .....</b>	<b>16</b>
<b>8. Annexe.....</b>	<b>17</b>
8.1. Sondage.....	17
8.2. Calculs .....	20
8.3. Occupation des classes .....	22

## 1. Introduction

### Présentation du sujet

Dans le cadre de notre formation de 2<sup>ième</sup> année de maturité, nous devons effectuer un travail pratique interdisciplinaire. Dans un principe d'écologie, le lycée technique de Saint-Imier participe en collaboration avec « Myclimate » pour élaborer des projets afin d'économiser de l'énergie sous n'importe quelle forme. Cette année donc, la thématique du TPI est basée sur la diminution des gaz à effets de serre. Le but de notre travail constitue d'étudier et de développer un projet quelconque qui nous permettra d'économiser toutes formes d'énergie qui rendra notre monde plus vert.

### Choix du thème

L'économie d'énergie est un sujet à la fois très large et très ciblée. Comme son nom l'indique, elle est possible à réaliser dans une multitude de domaines par de nombreuses interventions, de petites comme de grandes envergures.

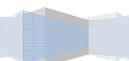
Les sujets dans ce thème ne manquent pas mais un projet au quel nous pouvons, nous, amener un apport réel est plus compliqué à trouver.

Notre idée est de réaliser une économie par de simples gestes dans notre quotidien au sein de notre institution d'enseignement et par la même occasion, de pouvoir réaliser un bénéfice.

Nous avons constaté que les appareils électriques, à l'occurrence informatique, ne sont jamais complètement éteints après leurs utilisations et consomment donc encore de l'électricité. Par exemple, dans une classe informatique du lycée technique où nous étudions, il y a des ordinateurs, des écrans, une imprimante, un projecteur et des autres périphériques qui absorbent inutilement de l'électricité lorsqu'ils sont éteints.

Suite à cette constatation qui nous a particulièrement intéressé, nous avons fait des recherches approfondies à ce sujet dans des classes informatiques et dans des classes de théorie (qu'on appellera salle monoposte car il y a qu'un ordinateur pour l'enseignant). Nous avons pu en conclure que les pertes engendrées par tous ces appareils éteints sont non négligeables.

Pour continuer dans notre optique, nous avons effectué un sondage qui se trouve en annexe sur la mentalité et l'attitude des étudiants du centre professionnel et artisanal du Jura-Bernois. En relatant notre sondage, il s'avère que notre projet se révèle de la plus grande utilité...



## Structure du projet

Notre projet est structuré étape par étape. Dans l'ordre des choses, nous avons étudié :

1. Un état actuel des lieux  
Nous avons établi une recherche d'informations des plus complètes afin de répondre avec un maximum de précision à la suite de notre projet.
2. Une étude  
Nous avons étudiés les différents critères possibles afin de mener au mieux ce projet.
3. Une étude des coûts et des bénéfices  
Nous avons calculés concrètement le coût des travaux et des fournitures ainsi que le bénéfice engendré et le temps d'amortissement.

Toute l'étude sera subdivisée en 2 partis :

1. Les classes informatiques
2. Les classes monopostes

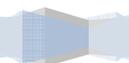
## 1. Etat actuel

Par conséquent, nous avons choisi comme projet n'importe quels types d'interrupteur capable de couper le courant du matériel informatique. Le lycée technique regroupe trois bâtiments :

- Le bâtiment situé à : Pierre-Jolissaint
- Le bâtiment situé à : Rue de la Clef
- Le bâtiment situé à : Baptiste-Savoie (bâtiment principal)

Suite à notre entretien avec l'intendant des bâtiments, nous savons que le bâtiment Pierre-Jolissaint est déjà équipé d'un système d'interrupteur. Le bâtiment principal est quant à lui considérablement utilisé par la HE-Arc à l'exception d'une classe informatique à laquelle nous allons nous intéresser.

Et donc, nous allons nous occuper du bâtiment situé à la Rue de la Clef (bâtiment de théorie) et d'une classe informatique du bâtiment principal pour notre projet.



## 1.1. Recherche

### 1.1.1. Coût du kilowattheure

Le prix du kilowattheure dépend de beaucoup de facteurs comme par exemple de : la région de Suisse où l'on se trouve, de la consommation par année,... De plus, le coût n'est pas identique de jour comme de nuit.

Pour le Lycée technique de Saint-Imier, le prix est actuellement de :

- **0.106 Fr.-** pour 1 [kWh] de jour
- **0.0685 Fr.-** pour 1 [kWh] de nuit\*

\*le tarif de nuit commence à 21h00 jusqu'à 07h00

## 2.1.2. Etat des classes

### 2.1.2.1. Nombres de classes

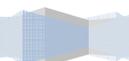
Parmi les nombreuses classes que compte le LTSI, il en existe deux groupes bien distincts. Un premier groupe qui concerne les classes informatiques et un deuxième groupe qui englobe les classes de théorie monoposte.

#### Les classes informatiques

Classes	Nombre de postes	Périphériques
<b>D12</b>	25	Projecteur / imprimante
<b>P2</b>	25	Projecteur / imprimante
<b>P3</b>	25	Projecteur / imprimante
<b>P7</b>	25	Projecteur / imprimante
<b>P9</b>	17	Projecteur / imprimante
<b>M3</b>	29	Projecteur / imprimante

#### Les classes monopostes

Classes	Nombre de postes	Périphériques
<b>P1/P4/P5/P6/P8</b>	1	Projecteur
<b>M2/M5/M6/M7</b>	1	Projecteur

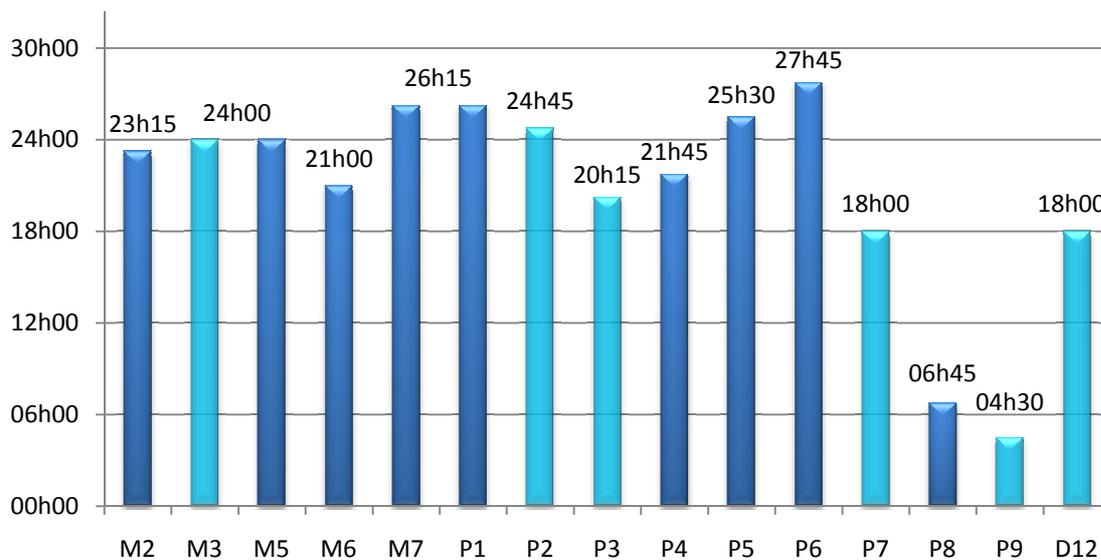


### 2.1.2.2. Occupation des classes

L'occupation des classes est des plus irrégulières. Elles sont occupées quelques heures par jour, parfois le matin ou l'après-midi, parfois même toute la journée ou pas du tout. Par contre nous savons que les classes sont occupées à partir de minimum 8h00 le matin jusqu'à maximum 17h00 le soir.

Pour calculer les heures d'occupation des classes, un tableau a été rédigé par le LTSI (voir en annexe). Nous, nous avons calculé les heures d'occupation des classes par semaines.

Heures d'utilisation des classes par semaine

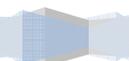


- La moyenne d'utilisation pour **les salles monopostes** (théories) est égale à **22h30** par semaine
- La moyenne d'utilisation pour **les salles d'informatique** est égale à **18h15** par semaine

### 2.1.2.3. Consommation des appareils et des salles

**La consommation des appareils** a tout d'abord été calculée individuellement. Ces mesures ont été prises sur les appareils mis à dispositions pour les élèves du LTSI. Celles-ci peuvent différer suivant la nouveauté des appareils :

	Allumé	Eteint
Ecran de PC	32 [w]	0.5 [w]
Ordinateur	100 [w]	6 [w]
Projecteur	245 [w]	8 [w]
Imprimante (laser)	400 [w]	8.2 [w]



**La consommation d'une salle monoposte**, plus précisément une salle de théorie quelconque qui compte un ordinateur, un écran et un projecteur est une simple addition des trois appareils utilisés.

	Allumé	Eteint
Ecran de PC	32 [w]	0.5 [w]
Ordinateur	100 [w]	6 [w]
Projecteur	245 [w]	8 [w]
<b>Total</b>	<b>377 [w]</b>	<b>14.5 [w]</b>

**La consommation d'une salle informatique**, plus précisément la D12 (avec 25 postes), a elle aussi été mesurée directement aux tableaux électrique. Les mesures ont été faites comme la salle a été laissée. Les calculs ont été effectués à l'aide de *M. Charpier*.

	Allumé	Eteint
Prises au mur	270 [w]	8 [w]
Prise au sol	2190 [w]	170.5 [w]
<b>Total</b>	<b>3619 [w]</b>	<b>178.5 [w]</b>

## 2.2. Bilan de l'état actuel

Nous étudions 9 salles monopostes qui consomment chacune :

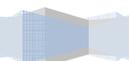
	Watts	Kilowattheures
Allumé	377	8.48
Eteint	14.5	<b>2.11</b>

L'électricité consommée par les appareils lorsqu'ils sont éteints s'élèvent à 2.17 [kWh] en une semaine pour une salle monoposte.

Et nous étudions 6 salles informatiques qui consomment chacune :

	Watts	Kilowattheures
Allumé	3619	66.05
Eteint	178.5	<b>26.73</b>

L'électricité consommée par les salles informatiques lorsque les appareils sont éteints s'élèvent à 25.97 [kWh] en une semaine pour une salle monoposte.



### 3. Etude

Sur la base de l'état actuel, nous avons constaté que l'électricité consommée par les appareils éteints était conséquente. Suite à cela, nous avons décidé d'intégrer des interrupteurs dans les bâtiments du Lycée Technique afin de supprimer toute cette énergie inutilement utilisée.

#### 3.1. Mise en tension et hors tension

Les mises en tension et hors tension sont extrêmement complexes. Si on désirait un système de programmation pour gérer les horaires et que l'on tiendrait compte des périodes libres durant les journées, des vacances, des jours de congés et des changements d'horaire entre les semestres, cela engendrerait un dispositif bien trop complexe et trop coûteux à amortir.

A cause de cette complexité, le réglage manuel de l'enclenchement du courant par l'enseignant ou la personne qui utilise les classes, nous semble mieux adapté.

#### 3.2. Consommation des appareils éteints

Nous avons besoin de connaître les kilowattheures consommés afin de répondre à nos questions de calculs qui vont suivre.

##### La consommation pour une salle monoposte :

L'électricité consommée par les appareils lorsqu'ils sont éteints s'élève à 2.11 [kWh] chacune.

Les salles monopostes ont une moyenne d'utilisation de 22h30 par semaine.

Une année comporte 52 semaines, mais au LTSI nous avons 13 semaines de vacances. Lorsque nous sommes en vacances, la consommation en veille est perpétuelle.

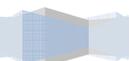
Donc :

La consommation des appareils éteints pendant les vacances s'élève à : 31.67 [kWh]

Et pendant les 39 semaines de fonction la consommation s'élève à : 82.29 [kWh]

La consommation totale fournie pour *une seule* classe monoposte s'élève à : **113.96 [kWh]**

**Pour les 9 salles monopostes que nous étudions, la consommation totale d'électricité fournie pour alimenter les appareils éteints en une année s'élève à : 1025.64 [kWh]**



Et la consommation pour une **salle informatique** :

L'électricité consommée par les salles informatiques lorsqu'elles sont éteintes s'élève à 26.73 [kWh] chacune.

Les salles informatiques ont une moyenne d'utilisation de 18h15 par semaine.

La consommation des appareils éteints pendant les vacances s'élève à : 389.84 [kWh]

Et pendant les 39 semaines de fonction la consommation s'élève à : 1'042.47 [kWh]

La consommation totale fournie pour une seule classe monoposte s'élève à : **1'432.31 [kWh]**

**Pour les 6 salles monopostes que nous étudions, la consommation totale d'électricité fournie pour alimenter les appareils éteints s'élève à : 8'593.86 [kWh]**

### 3.3. Type d'interrupteur

Il existe de nombreux types d'interrupteurs. Parmi ces nombreuses possibilités, nous avons ciblé les différents types d'interrupteurs qui nous semblaient les plus adéquats pour les salles monopostes et pour les salles informatiques.

**Pour les salles monopostes**, on installera un interrupteur simple d'emploi qui contrôlera l'alimentation de l'ordinateur de l'enseignant, du projecteur et d'un écran.

Les possibilités étudiées comme type d'interrupteur sont :

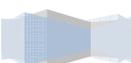
- Un interrupteur à programmation hebdomadaire (Fournisseur Distrelec)
- Un interrupteur à minuterie
- Multiprises avec interrupteur

**Pour les salles informatiques**, on installera un interrupteur un peu plus conséquent qui pourra gérer toutes les installations électriques d'une salle informatique.

Les possibilités étudiées comme type d'interrupteur principal sont :

- Interrupteur magnétique\*
- Interrupteur à clé
- Interrupteur à bouton

\*Récemment, le LTSI a posé des serrures magnétiques en plus des serrures conventionnelles pour l'ouverture des portes. On pourrait imaginer utiliser ces même clés pour activer/désactiver l'interrupteur électrique.



### 3.4. Réalisation concrète

Pour concrétiser notre projet et apporter des chiffres finaux, nous avons choisi les différents travaux et fournitures adéquats pour notre projet.

#### Pour les salles monopostes :

##### **L'interrupteur**

Nous avons décidé d'utiliser un interrupteur multiprises. Nous avons choisis ce modèle pour des raisons de coûts et d'emploi. Pour amortir au plus vite et efficacement les salles monopostes, ce type d'interrupteur est le plus adapté. Son seul désavantage s'est qu'il demande que les enseignants soient des plus rigoureux dans leur travail et de faire basculer l'interrupteur sur "0" à la fin des cours. Afin d'optimiser ce réflexe, il faut les sensibiliser.

##### **La main d'œuvre :**

Le travail à effectuer est négligeable. Il suffit de poser la multiprise avec le voyant d'interrupteur bien visible. Pour cela, les services de l'intendant des bâtiments du LTSI ou des automaticiens pourraient être demandés.

#### Pour les salles informatiques :

##### **L'interrupteur**

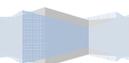
Pour les salles informatiques, nous avons opté pour l'interrupteur principal à clé. Etant donné qu'il y a quasiment 25 ordinateurs et leurs périphériques dans chaque classe, il suffira de tourner la clé de cet interrupteur pour couper complètement le courant de la salle. Par ce fait, les appareils informatiques et mêmes les lumières oubliées seront automatiquement éteints.

Nous aimerions aussi introduire les mêmes cylindres dans nos interrupteurs que pour les serrures des classes. De plus nous aimerions que la clé ne puisse pas être retirée tant que le courant n'a pas été coupé. Ainsi, aucun oubli ne sera occasionné.

##### **La main d'œuvre :**

Pour les salles informatiques, le travail est beaucoup plus conséquent. Il faut se raccorder directement au tableau électrique ou alors se relier à toutes les fins de lignes qui vont en direction du tableau et les faire dévier par l'interrupteur.

Au LTSI, nous avons la chance d'avoir les automaticiens qui ont les qualifications requises pour pouvoir réaliser ce genre de travaux.



### 3.5. Economie d'électricité en travaillant

Ensuite, notre étude nous a permis de réaliser qu'il était possible d'économiser aussi de l'énergie même en travaillant. En effet, nos calculs nous ont permis de constater qu'un écran d'ordinateur consomme environ :

- 1/3 de moins lorsque la luminosité est à 50%.
- 2/3 de moins lorsque la luminosité est à 0%.

Il faut bien savoir qu'à 0%, la luminosité est, certes fortement diminuée, mais il est encore parfaitement possible de travailler correctement.

Dans cette optique-là, nous avons poursuivi nos recherches qui consistaient à trouver divers réglages sur un ordinateur afin d'encore réduire la consommation. Nous avons abouti à une brochure rédigée spécialement pour programmer son ordinateur afin d'économiser un maximum d'électricité même en travaillant.

Nous avons trouvé trois brochures qui programment chacune les trois systèmes d'exploitation de « Microsoft », c'est-à-dire :

- Windows XP
- Windows Vista
- Windows Seven\*

Vous pouvez retrouver ces brochures sous le site de « Greenpeace » :

[http://www.topten.ch/index.php?page=stop\\_standby\\_rg#top](http://www.topten.ch/index.php?page=stop_standby_rg#top)



## 4. Coûts et bénéfices

Suite à ce qui a été décidé dans l'étude, nous allons maintenant en calculer le coût et les dépenses ainsi que le bénéfice.

### 4.1. Coût dépensé pour l'énergie grise

Maintenant nous allons calculer le coût engendré pour maintenir les appareils éteints dans les classes monopostes et les classes d'informatiques.

**Pour une classe monoposte, la consommation s'élève à :**

**113.96 [kWh] par année**

Durant l'année, la consommation d'électricité à différents tarifs de jour que de nuit.

Les heures d'occupation de jour et de nuit sont de 145h30. A cela, on soustrait les heures de nuit par semaine et on arrive aux heures d'occupation :

- 70h00 de nuit par semaine sont possibles d'être économisé si l'on coupait le courant.
- 75h30 de jour par semaine sont possibles d'être économisé si l'on coupait le courant.

Période	Heures d'utilisation	Kilowattheures consommés	Coût du Kilowattheures	Coût total
Jour / Nuit	145h30	113.96		
Jour	75h30	59.13	0.106 ct.-	6.27 CHF.-
Nuit	70h00	54.83	0.0685 ct.-	3.76 CHF.-
<b>Coût engendré par les appareils éteints en une année par classe :</b>				<b>10.03 CHF.-</b>

**Pour une classe informatique, la consommation s'élève à :**

**1432.31 [kWh] par année**

Les heures d'occupation de jour sont de 149h45. A cela, on soustrait les heures de nuit par semaine et on arrive aux heures d'occupation

- 70h00 de nuit par semaine sont possibles d'être économisé si l'on coupait le courant.
- 79h45 de jour par semaine sont possibles d'être économisé si l'on coupait le courant.

Période	Heures d'utilisation	Kilowattheures consommés	Coût du Kilowattheures	Coût total
Jour / Nuit	149h45	1'432.31		
Jour	79h45	762.78	0.106 ct.-	80.85 CHF.-
Nuit	70h00	669.53	0.0685 ct.-	45.46 CHF.-
<b>Coût engendré par les appareils éteints en une année par classe :</b>				<b>126.31 CHF.-</b>



## 4.2. Prix des fournitures et du travail

En ce qui concerne la sélection du matériel utilisé, nous avons favorisé le fournisseur « Distrelec », avec lequel le LTSI travail déjà beaucoup et qui est un spécialiste dans ce domaine.

### Classe monoposte

#### Fourniture :

- Multiprises avec interrupteur (six prises) : au prix de 12.60 CHF.-

#### Main d'œuvre :

La main d'œuvre est indirectement gratuite étant donné qu'elle peut être effectuée par l'intendant des bâtiments ou par des automaticiens.

### Classe informatique

#### Fourniture :

- Interrupteur à clé (cylindre des classes) : au prix de 120.00 CHF.-

#### Main d'œuvre :

La main d'œuvre est aussi en quelque sorte gratuite car elle peut être effectuée par les automaticiens qui ont, comme on l'a dit dans l'étude, les qualifications requises pour pouvoir réaliser ce type de travaux.

## 4.3. Prime d'assurance

Tout d'abord, nous avons pensé, qu'étant donné que le courant soit coupé lorsque les classes sont vides, qu'on aurait pu bénéficier d'une baisse de prix sur l'assurance incendie.

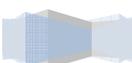
Dans cette optique-ci, nous nous sommes renseigné au près des services agréés et ils nous ont répondu ces quelques lignes :

*« Les installations électriques d'un immeuble doivent en tout temps satisfaire aux exigences légales en matière de sécurité de fonctionnement. Dans ce contexte, le fait que les lignes électriques soient sous tension ou non ne joue par conséquent aucun rôle pour notre conception des primes. »*

*Michael Waldmann*

*Responsable du service des sinistres*

*Assurance immobilière Berne »*



#### 4.4. Temps d'amortissement

Le calcul va toujours être séparé entre les deux types de classes. Grâce aux calculs effectués auparavant, on cherchera à connaître le temps nécessaire afin d'amortir les fournitures et la main d'œuvre.

A l'occurrence, on négligera le coût de la main d'œuvre étant donné qu'elle peut être effectuée par du personnel ou des étudiants qui sont employés au sein du Lycée Technique.

##### **Pour les classe monopostes :**

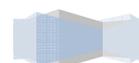
Nature des coûts	Coût	Amortissement
Coût engendré pour une classe par année	10.03 CHF.-	1 an
Coût des fournitures et du travail	12.60 CHF.-	1 an - 3 mois

Il faudra environ 1 an et 2 mois avant d'amortir la multiprise avec interrupteur.

##### **Pour les classe monopostes :**

Nature des coûts	Coût	Amortissement
Coût engendré pour une classe par année	126.31 CHF.-	1 an
Coût des fournitures et du travail	120.00 CHF.-	1 an

Il faudra environ 15 jours avant d'amortir l'interrupteur principal.



## 5. Conclusion

### 5.1. Constatation

#### Constatation de l'installation des interrupteurs

Rappel des réponses obtenues au chapitre « 4.6 ; temps d'amortissement » :

	Bénéfice engendré par an en coupant les appareils en veille	Temps d'amortissement des travaux
1 Classe monoposte	10.03 CHF.-	1 an et 3 mois
1 Classe d'informatique	126.31 CHF.-	1 an

**Pour les classes monopostes** le gain est certes présent. Cependant pas forcément élevé. Mais l'investissement sera de toute manière rentable.

**Pour les classes informatiques** le bénéfice n'est pas à négliger. En effet, en moins d'une année le coût de l'interrupteur sera amorti. Plus de 750.- sont dépensés dans cette énergie inutilement fourni. Certes la main d'œuvre a été négligé et elle peut-être conséquente mais si elle est réalisé par des apprentis le coût est quasiment nul.

Dans tous les cas, il faut agir dans ce type de classes !

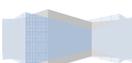
Ces bénéfices sont calculés pour une classe. Donc le bénéfice engendré par le total de nos classes étudiées se monte à plus de :

	Nombre de classes	Bénéfice engendré par an en coupant les appareils en veille
Classes monopostes	9	90.27 CHF.-
Classes d'informatiques	6	757.86 CHF.-

Et comme nous le verrons au chapitre « 5.2 ; Ordinateurs nouvelles générations », avec le temps, les nouveaux appareils consomment de moins en moins éteint. Donc, il faudra tenir compte par le fait que les bénéfices diminueront lorsque l'institution changera d'appareils.

#### Comme économie supplémentaire nous proposons :

- Des brochures de programmation des ordinateurs (chapitre n° 3.5).
- D'acheter des appareils qui ont obtenues le label « Energy Star® » (chapitre 5.2 ; remarque)



## 5.2. Bilan final

En installant des interrupteurs pour chacune des classes, notre projet se révèle des plus concluants. Il pourrait être encore plus économique en y appliquant les réglages comme ils sont rédigés dans les brochures de « Greenpeace ».

De plus, si le lycée décide d'acheter du matériel aux normes actuelles avec, à l'occurrence, le label « Energy Star », notre institution montrera une image propre et ainsi sera sur la bonne voie à la contribution d'une planète plus saine.

### Remarque

#### La pollution est diminuée :

Si les 3,5 millions de ménages suisses arrivaient à économiser seulement 88 W, on pourrait fermer la centrale nucléaire de Mühleberg « <http://www.cohabiter.ch> ». Donc si tout le monde y mettait un peu du sien, on pourrait économiser une énergie colossale.

Là-encore, notre projet bénéficie d'un réel intérêt, d'un avantage supplémentaire. Par ce travail, on émet aussi un message écologique et on donne une image plus verte du lycée technique. En montrant ainsi l'exemple, peut-être que d'autres institutions réfléchiront à ce problème et y mettront aussi du sien !

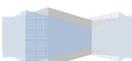
Peut-être qu'un jour, cette centrale pourra-t-elle quasiment être supprimée...

#### Ordinateurs nouvelles générations :

On a constaté que les appareils récents consomment moins d'énergie que les anciens. Ceci est principalement dû aux technologies toujours plus performantes.

Les ordinateurs portables, notamment, consomment de moins en moins d'électricité. Ceci s'explique par le fait que le marché exige des ordinateurs portables qui tiennent toujours plus longtemps sur batterie. Malheureusement cette concurrence ne s'applique moins sur les ordinateurs de bureau aux quels le marché ne lui demande pas d'être plus économique.

Mais une étude de « Greenpeace » confirme que des progrès existent mais que les ordinateurs et les téléphones portables verts sont encore loin de la réalité.



Eventuellement une perspective d'avenir, investir dans des ordinateurs portables ? :

Comme nous l'avons vu précédemment, les ordinateurs portables consomment considérablement moins. Nous pourrions donc imaginer investir dans des ordinateurs portables. Il est bien clair que les performances soit quelque peu inférieure à un ordinateur de bureau pour un même prix...

Mais tout ceci pourrait être l'objet d'un futur projet de TPI car c'est un sujet qui mérite d'être approfondi.

### 5.3. Critique du projet

Au cours du temps, nous avons fait beaucoup de changement par rapport à notre idée de base. Notre première idée était de mettre un interrupteur général, un interrupteur à clé pour chaque salle, mais l'amortissement serait trop long et coûteux. Suite à cela, nous avons affecté un interrupteur de grandeur et de qualité en rapport au coût engendré de la consommation d'électricité pour les appareils éteints pour les deux types de salles. Nous avons opté pour une multiprise avec interrupteur pour une classe monoposte, car il n'y a qu'un ordinateur, un écran et un projecteur. De ce fait le coût serait restreint et serait plus vite rentable, mais ce type d'interrupteur requiert aussi une sensibilisation des enseignants.

Notre premier point de vue pour une salle informatique nous avait porté sur un interrupteur à bouton. Mais après une longue réflexion, étant donné le bénéfice engendré par les salles informatiques, nous avons opté pour un interrupteur à clé avec les mêmes cylindres que ceux des portes.

De plus, nous avons pensé que notre établissement pourrait recevoir des subventions du canton étant donnée la démarche écologique du projet. Mais cette demande nous est restée sans réponse !

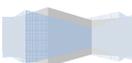
Finalement nous regrettons de ne pas avoir eu plus de temps pour amener des chiffres concrets en effectuant les réglages comme le dises les brochures tout en travaillant.

#### 5.3.1. Réflexion

On pourrait imaginer adopter ces mesures dans des institutions comme la notre ou des entreprises et de sensibiliser le personnel afin que le rendement soit optimum.

Par ses moyens cela permettraient à n'importe quelle institution d'économiser une somme considérable et de faire disparaître des milliers de kilowattheures utilisés inutilement...

A bon entendeur



## 5.4. Autocritique

Ce projet a été très intéressant et enrichissant, puisque nous n'avions pas de grandes bases sur l'économie d'énergie. Les calculs de consommation que nous avons effectués avec une classe informatique ou monoposte, avec tous les appareils électroniques éteint, nous ont surpris. Nous n'aurions sans aucun doute jamais pensé d'introduire un interrupteur dans une salle et réduire autant fortement la consommation, particulièrement dans les classes informatiques. A présent, nous aurons plus de facilité à éteindre nos appareils lorsque nous ne les utiliseront pas (par exemple la nuit) et à utiliser des interrupteurs multiprises que l'on pourra installer dans notre ménage.

## 6. Bibliographie

<http://www.greenpeace.org/international/>

<http://www.distrelec.ch>

<http://www.topten.ch>

<http://www.wikipédia.com/>

<http://www.generationbio.fr/>

<http://www.vedura.fr/eco-geste/eteindre-appareils-en-veille>

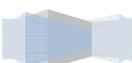
[http://www.ademe.fr/bretagne/actions\\_phares/energie\\_maitrise/conseils\\_eclairage.asp#](http://www.ademe.fr/bretagne/actions_phares/energie_maitrise/conseils_eclairage.asp#)

## 7. Remerciements

Nous remercions sincèrement toutes les personnes ayant contribué à notre projet et qui ont consacré du temps à notre projet.

Nous remercions :

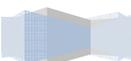
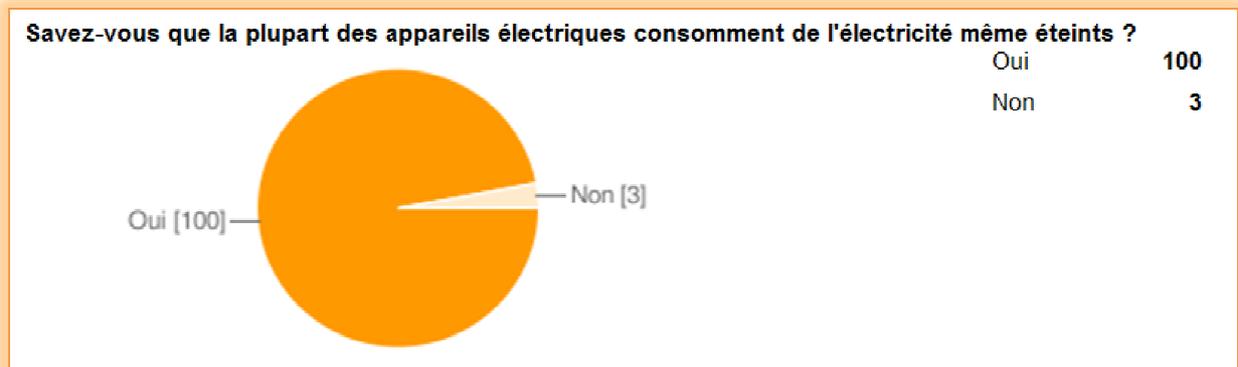
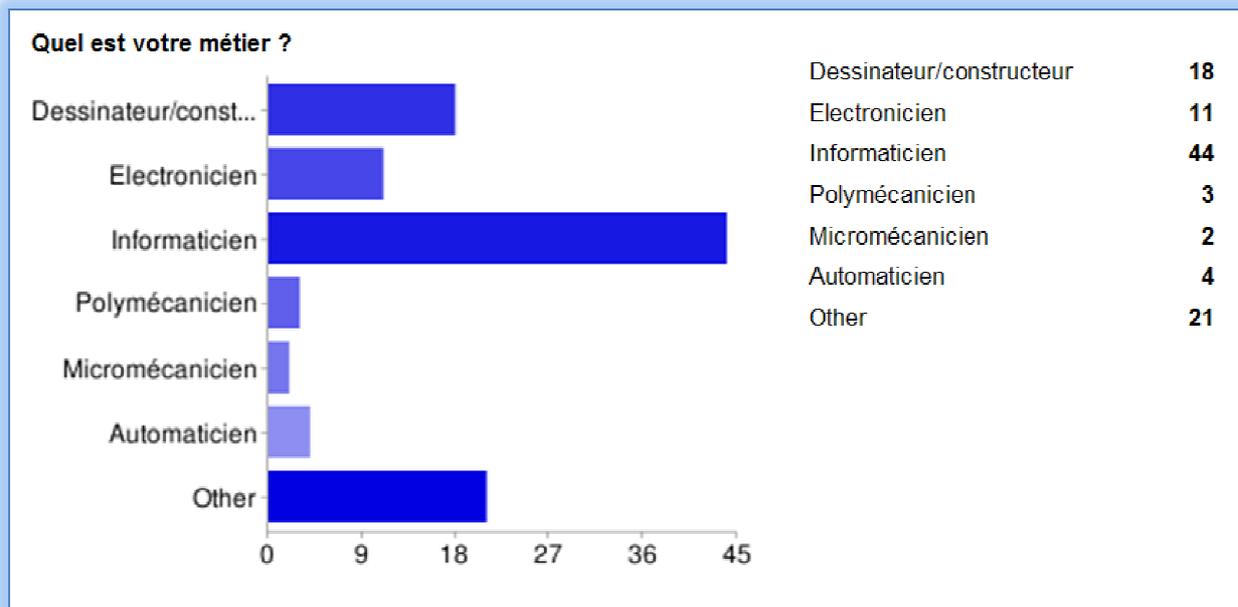
- Notre enseignant, **M. Reichen**, sans qui, un tel travail n'aurait tout simplement pas été possible.
- L'intendant des bâtiments, **M. Jacot** qui nous parfaitement aiguillé au début de ce travail
- Responsable du réseau électrique, **M. Charpier** pour tout son temps et ses calculs effectués
- L'apprenti de la maison Inelectro, **M. Gête**, pour son aperçu dans les coûts du travail et des fournitures électriques
- Responsable du service des sinistres de l'assurance de Berne, **M. Waldmann**, pour ses informations



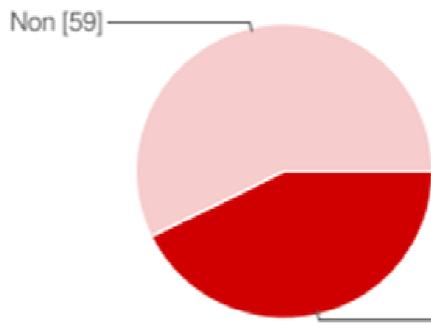
## 8. Annexe

### 8.1. Sondage

Afin de connaître la connaissance et la mentalité des étudiants du LTSI, nous avons réalisé un sondage avec quelques questions. Nous avons envoyé ce sondage à tous les étudiants et nous avons reçu 103 réponses.

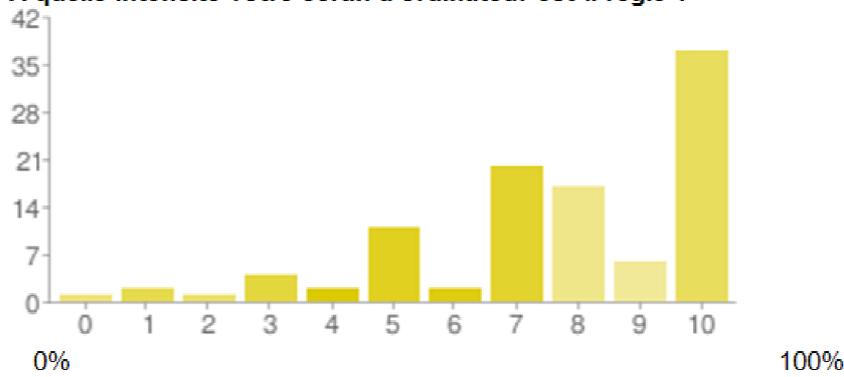


Cela vous arrive-t-il de quitter la classe sans éteindre votre ordinateur ?



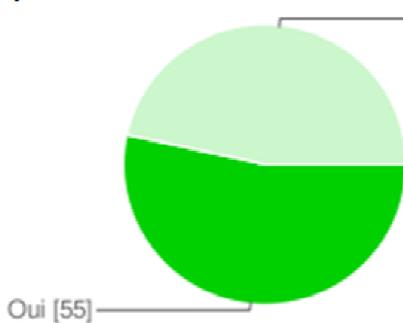
Oui	44
Non	59

A quelle intensité votre écran d'ordinateur est-il réglé ?



0 - 0%	1
1	2
2	1
3	4
4	2
5	11
6	2
7	20
8	17
9	6
10 - 100%	37

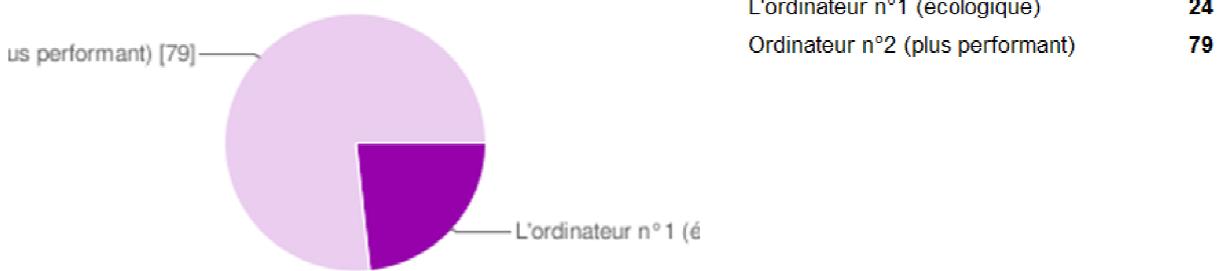
Cela vous perturberait-il de travailler sur un écran d'ordinateur dont la luminosité est réglée à 50% ?



Oui	55
Non	48



Nous avons à disposition deux ordinateurs de prix égaux. L'ordinateur n°1 a des performances correctes et il consomme peu d'électricité. L'ordinateur n°2 a des performances légèrement meilleures que l'ordinateur n°1, mais il consomme plus d'électricité. Lequel choisirez-vous ?



### Réflexion :

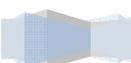
Ce sondages révèle beaucoup de choses :

La quasi-totalité des élèves savent que les appareils, consomment même éteints, cependant cela ne les empêche pas d'éteindre leur appareils en quittant la classe.

De plus, cela les dérangerait pas, pour une bonne moitié, de travailler avec un écran avec une luminosité de 50%, mais pour la majorité, l'écran est réglé à bien plus de 50%.

Et finalement, plus des trois quarts favoriseraient l'achat d'un ordinateur plus performant qu'économique.

Cependant il faut tenir compte d'un facteur très important ! Pour le moment, ce n'est pas les étudiants qui paient les factures d'électricité...



## 8.2. Calculs

Voici les calculs effectués durant ce travail :

### Salle monoposte :

$$7 \times 24 \times 3600 = 604'800 \frac{\text{secondes}}{\text{semaine}} \text{ au total}$$

$$22\text{h}30 \times 3600 = 81'000 \frac{\text{secondes}}{\text{semaines}} \text{ pour l'utilisation}$$

$$604'800 - 81'000 = 523'800 \frac{\text{secondes}}{\text{semaine}} \text{ pour les appareils éteints}$$

$$E = P \times T = 14.5 \times 523'800 = 7'595'100 \frac{\text{Joules}}{\text{semaine}}$$

$$1 [\text{kWh}] = 3'600'000 \text{ Joules} \rightarrow \frac{7'595'100}{3'600'000} = 2.11 \text{ kW pour une sem. pour les app. éteints}$$

$$\frac{377 \times 3'600 \times 22\text{h}30}{3'600'000} = 8.48 \text{ kW pour une semaine lorsque c'est en utilisation}$$

### Semaine de type :

- **Vacances**

$$\frac{604'800 \times 14.5}{3'600'000} = 2.436 \text{ kW pour une semaine pendant les vacances}$$

$$2.436 \times 13 = 31.67 \text{ kW} \quad 2.11 \times 41 = 82.29 \text{ kW}$$

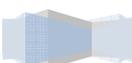
$$\underline{\text{Total} = 31.668 + 82.29 = 113.96 \text{ kW}}$$

- **Travail**

$$7 \times 24\text{h}00 - 22\text{h}30 = 145\text{h}30 \text{ d'alimentation pour les appareils éteints}$$

$$\frac{113.96 \times 75\text{h}30}{145\text{h}30} = 59.13 \text{ kW consommés de jour pour les appareils en veille}$$

$$\frac{113.96 \times 70\text{h}00}{145\text{h}30} = 54.83 \text{ kW consommés de jour pour les appareils en veille}$$



**Salle informatique :**

$$7 \times 24 \times 3600 = 604'800 \frac{\text{secondes}}{\text{semaine}} \text{ au total}$$

$$18h15 \times 3600 = 65'700 \frac{\text{secondes}}{\text{semaines}} \text{ pour l'utilisation}$$

$$604'800 - 65'700 = 539'100 \frac{\text{secondes}}{\text{semaine}} \text{ pour les appareils éteints}$$

$$E = P \times T = 178.5 \times 539'100 = 96'229'350 \frac{\text{Joules}}{\text{semaine}}$$

$$1 [\text{kWh}] = 3'600'000 \text{ Joules} \rightarrow \frac{96'229'350}{3'600'000} = 26.73 \text{ kW pour une sem. pour les app. éteints}$$

$$\frac{3619 \times 3'600 \times 18h15}{3'600'000} = 66.05 \text{ kW pour une semaine lorsque c'est en utilisation}$$

- **Vacances**

$$\frac{604'800 \times 178.5}{3'600'000} = 29.988 \text{ kW pour une semaine pendant les vacances}$$

$$29.988 \times 13 = 389.84 \text{ kW} \quad 26.73 \times 39 = 1042.47 \text{ kW}$$

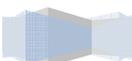
$$\underline{\text{Total} = 389.84 + 1042.47 = 1432.31 \text{ kW}}$$

- **Travail**

$$7 \times 24h00 - 18h15 = 149h45 \text{ d'alimentation pour les appareils éteints}$$

$$\frac{1432.31 \times 79h45}{149.45} = 762.78 \text{ kW consommés de jour pour les appareils en veille}$$

$$\frac{113.96 \times 70h00}{145h30} = 669.53 \text{ kW consommés de jour pour les appareils en veille}$$



### 8.3. Occupation des classes

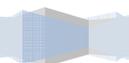
8:00-8:45	8:45-9:30	9:45-10:30	10:30-11:15	11:20-12:05	12:10-12:55	12:55-13:40	13:40-14:25	14:35-15:20	15:20-16:05	16:10-16:55
-----------	-----------	------------	-------------	-------------	-------------	-------------	-------------	-------------	-------------	-------------

#### Lundi

M2		LEM ANG-2000 ELM1_P_A	GHI EGG-1001 ELM1_D_A			GHI EGG-2001 ELM1_D_A				
M3										
M5	MCH MTH_APP APP1_PFA	MCH ENS_THEM_APP APP1_PFA	CPR DESSH_APP APP1_PFA							
M6		LIE QYM-RAP PAP1_PTA	LIE FRA-RAP PAP1_PTA			LIE ACTU-RAP PAP1_PTA	LIE MTH-RAP PAP1_PTA	LIE COM-RAP PAP1_PTA		
M7		VRO ANG-2000 ICH1_P_A	NEL EGG-1001 ICH1_P_A			NEL EGG-2001 ICH1_P_A	PAB MTH-2001 ICH1_P_A			
P1	YFR ELT MTE4_D_A		YFR ELT-2511 EL1_D_A			GPU NORMES MTE4_D_A YFR ENS_IND	GPU CONS_ENERG MTE4_D_A LMA TLM			
P2		JMO ICH-0145-0607 ICH3_P3B								
P3	PAB ELE-1007-0607 ELE3_P3A	ATI ELE-1005-0607 ELE3_P3A						YFR ELT-2541 MAC1_D_A	YFR INF-2501 MAC1_D_A	
P4	FCO PHD-2001 PMA1_P_A	FCO PMA1-2001 PMA1_P_A	FCO PMT-2001 PMA1_P_A	JMB PHY-1003-0607 AUT4_PEA		JMB PHY-1003-0607 AUT4_PEA				
P5	TEG APP-1004-0607 ELM3_P3A	TEG APP-1005 ELM3_P3A	TEG FRJ-1001-0607 ELM3_P3A	YVO ELE-9010 ELM3_P3A		TEG TRA-1005 ELM3_P3A	SCH MTH-2001 ELM1_P_A	TEG TRA-1001 ELM1_D_A		
P6	PHU CCM-1006-0607 DM3_P3A	LDU MEC-1006-0607 CMA3_P3A				YVO MTH-2001 MAC1_D_A	JMB PHY-9100 EL1_D_A	SCH TDM-2511 EL1_D_A		
P7		RMU ICH-0145-0607 ICH4_P4A		AVO EGG-1003-0607 ICH4_P4A		AVO EGG-1003-0607 ICH4_P4A	NEL EGG-1007 AUT4_PEA	NEL EGG-2007 AUT4_PEA		
P8	GHI EGG-1001 MAC1_D_A	GHI EGG-2001 MAC1_D_A	PHU TDD-2541 MAC1_D_A							
P9		SAM EGG-1007 MTE4_D_A	SAM EGG-2007 MTE4_D_A							

#### Mardi

M2	DBE MTH-2001 AUC1_D_A	NEL EGG-1001 AUC1_D_A			NEL EGG-2001 AUC1_D_A			SDA ANG-2000 AUC1_D_A		
M3	PGA INF-2001 DCC1_P_A	MME MTH-2001 DCC1_P_A			PGA ELN-1007 ELE3_DEA			DBO ELT-9400 ELE3_DEA		
M5	CMU ANG_APP APP1_PFA	CMU ANG_APP APP1_PFA	LIE ALL_APP APP1_PFA		MCH FR_ORTHO_APP APP1_PFA	MCH FR_RECAC_APP APP1_PFA	MCH ENS_THEM_APP APP1_PFA			
M6	LIE MTH-RAP PAP1_PTA	LIE ACTU-RAP PAP1_PTA	CMU ANG-RAP PAP1_PTA		LIE ALL-RAP PAP1_PTA	LIE FRA-RAP PAP1_PTA				
M7	NEL EGG-1005 CMA3_PEA	NEL EGG-2005 CMA3_PEA	LEM ANG-1004 CMA3_PEA		JMB MEC-1008 CMA3_P3A		SCH ELT-1300 CMA3_P3A			
P1			YFR ELT-2535 EL3_D_A		PAC AUT-2500 EL3_D_A GPU NRM-2504		GPU TDD-2534 EL3_D_A LMA TLM-2503			
P2	ALT EGG-1005 EPR3_D_A	ALT EGG-2005 EPR3_D_A	DBE ELE EPR3_D_A DBE PHY_MTH		YFR INF EPR3_D_A	YFR ELT1 EPR3_D_A YFR ENS_IND		YFR ELT-1500 AUT3_PEA		
P3						DBE INF-2001 AUC1_D_A		PGA ICH-2001 ELM3_D_A		
P4					CMU EGG-1001 PMA1_P_A	CMU EGG-2001 PMA1_P_A		FCO EN-2001 PMA1_P_A		
P5	DRE CHM8_MPT AUT3_P4A	DRE PHY_MPT AUT3_P4A	VRO ANG_MPT AUT3_P4A	SSP HIST_MPT AUT3_P4A	TEG VID-1003 ELM3_D_A	TEG APP-1002 ELM3_D_A				
P6	SDA ANG-1004 ELE3_DEA	SAM EGG-1005 AUT3_PEA	SAM EGG-2005 AUT3_PEA		SDA ANG-2000 DCC1_P_A	NEL EGG-1001 DCC1_P_A	NEL EGG-2001 DCC1_P_A			
P7										
P8			VRO ANG-1004 ELM3_D_A							
P9										



Mercredi

M2				YFR. ELT-2533 IEL2_D_A		YFR. ENI-2003 IEL2_D_A GPU NRM-2507	LMA. TLM-2501 IEL2_D_A GPU NRM-2503
M3	NEL. ECG-1003 EPR2_D_A	NEL. ECG-2003 EPR2_D_A	PGA. BR_CCM_MPT DMI2_P3A PGA BR_CCM_MPT				PGA. ICH-0242 ICH3_P3B
M5	MCH MTH_APP APP1_PFA	MCH SOC_POI_APP APP1_PFA	MCH PT_APP APP1_PFA	MCH ALG_APP APP1_PFA		CMU ANG_APP APP1_PFA	
M6							
M7	SAM. ECG-1003 CMA2_PEA	SAM. ECG-2003 CMA2_PEA	MME. MTH-1003 CMA2_PEA			DRE. CHM-1001 ICH2_D_A	SDA. ANG-1002 ICH2_D_A
P1			DBE. ELT EPR2_D_A			YFR. SCHEMAS EPR2_D_A PHU DES_MEC	LMA. TLM EPR2_D_A GPU NORMES
P2		DBE. ELE-1003 ELE3_DEA	YVO. ELN-1004 ELE3_DEA				
P3		YVO. ICH-0242 ICH3_D4A	JLG. ICH-0308 ICH3_D4A		JLG. ICH-0308 ICH3_D4A		JLG. ICH-0151 ICH3_D4A
P4						DBE. PHY-1002 CMA2_PEA	
P5							
P6	ALT. ECG-1003 ICH2_D_A	ALT. ECG-2003 ICH2_D_A	RLO. MTH-1003 ICH2_D_A				
P7			PGA. ICH-0308 ICH3_P3B	RMU. ICH-0151 ICH3_P3B		RMU. ICH-0151 ICH3_P3B	
P8			DRE. Chimie_MPT DMI2_P3A				VRO. ANG-1002 CMA2_PEA
P9			DRE. TRI_MPT DMI2_P3A				

Jeudi

M2			PHU. CCM-1002 AUT2_D4A				RLO. ELT-1100 MIC2_D4A
M3	PAB. ELE-1001 ELE2_P3A	PAB. ELN-1003 ELE2_P3A	PAB. ELT-1300 ELE2_P3A		PAB. ELT-1300 ELE2_P3A		PAB. ELN-1002 ELM2_D_A
M5		LJE. ALL_APP APP1_PFA	LJE. C_GEN_APP APP1_PFA		LJE. ALL_APP APP1_PFA		
M6							
M7	SDA. ANG-1004 ICH3_D_A	FSI. MEC-1005 CMA2_PEA	AVO. ECO-1001 ICH3_D_A		AVO. ECO-1001 ICH3_D_A		
P1	YFR. ELT-1300 AUT2_D4A			YFR. ELT-2531 IEL1_D_A		FFR. TDD-2531 IEL1_D_A	FFR. NRM-2501 IEL1_D_A
P2	YVO. ICH-0104 ICH2_P3B		YVO. ICH-0117 ICH2_D4A		YVO. ICH-0117 ICH2_D4A		YVO. ELN-1005 ELE2_P3A
P3						JCM. ICH-0104 ICH2_D4A	
P4	JPC. TDM-1030 CMA2_PEA	JMB. PHY-1002 ICH3_D_A	DBE. ELT-1100 CMA2_PEA		DBE. ELT-1100 CMA2_PEA	JPC. TDM-1040 CMA2_PEA	
P5	JMB. TMU-1002 ELM2_D_A	DBE. ELT-1300 ELM2_D_A	TEG. VID-1002 ELM2_D_A		PGA. ELE-1001 ELM2_D_A	MGR. APP-1001 ELM2_D_A	
P6		JPC. TDM-1040 MIC2_D4A				GHI. ECG-1005 ICH3_D_A	GHI. ECG-2005 ICH3_D_A
P7		YFR. INF-2501 IEL1_D_A	FSI. MEC-1005 MIC2_D4A		FSI. MEC-1005 MIC2_D4A	PGA. ICH-0117 ICH2_P3B	
P8							
P9	LHU. TDM-1030 MIC2_D4A						

Vendredi

M2			JPC. TDD-2001 DCC1_P3A	JKU. TDU-2001 DCC1_P3A		JKU. TDU-2001 DCC1_P3A	FLL. TMA-2001 DCC1_P3A
M3		MGR. ELT-2110 ELC1_D4A		PAB. TML-2000 ELC1_D4A			
M5	MCH. SUIV_IND_APP APP1_PFA	MCH. FR_ORTHO_APP APP1_PFA	MCH. PT_APP APP1_PFA	MCH. ALG_APP APP1_PFA		MCH. SOC_POI_APP APP1_PFA	MCH. FR_REDAC_APP APP1_PFA
M6							
M7	NEL. ECG-1003 ELM2_D_A	NEL. ECG-2003 ELM2_D_A	VRO. ANG-1002 ELM2_P_A	SCH. MTH-1003 ELM2_D_A		SCH. MTH-1003 ELM2_D_A	
P1			DBE. ELN-9001 ICH1_P3B			DBE. ELT-2100 AUC1_D4A	SEC. ELN-9001 ICH1_D4A
P2		PGA. ICH-0103 ICH1_D4A	JMO. ICH-0124 ICH1_D4A			SAR. ICH-0301 ICH1_D4A	
P3			PGA. INF-9001 ELM1_D4A		PGA. INF-9001 ELM1_D4A	PGA. ICH-9117 ELM2_D_A	
P4	LHU. TMA-2001 DMI1_D4A		MAG. TDU-2001 DMI1_D4A		FLL. TDD-2011 ELC1_D4A	JPC. TDM-2024 ELC1_D4A	PGA. ELE-2000 ELC1_D4A
P5	SCH. AUD-1001 ELM1_D4A		SCH. ELT-1100 ELM1_D4A			JMB. TMU-1001 ELM1_D4A	SCH. VID-1001 ELM1_D4A
P6	PHU. TDM-2001 DCC1_P3A		PHU. TDD-2001 AUC1_D4A		JPC. TDD-2001 DMI1_D4A		PHU. TDM-2001 DMI1_D4A
P7			DBE. ICH-0301 ICH1_P3B				
P8							
P9							

