

## • Comment se passe l'audit participatif ?

### Réponse en images

Audit participatif ([format Powerpoint](#) - [format PDF](#))

### Réponse en vidéo



### Méthodologie de l'audit participatif



- [Appareils élect.](#)
- [Éclairage](#)
- [Chauffage](#)
- ↓
- [F.A.Q.](#)
- [Instr. de mesure](#)
- [Calculs](#)
- [Suivi de la consommation](#)

[PDF](#)

## • Faut-il éteindre les tubes fluos durant la récréation ?

 On entend parfois dire : « cela consomme plus d'éteindre et puis de rallumer un tube néon que de laisser allumé ».

**Ce n'est pas exact. Plus on coupe, moins on consomme.**

Mais il est vrai qu'un tube fluorescent traditionnel s'use plus rapidement s'il est fréquemment allumé et éteint.

On conseille donc de ne le couper que pour des périodes dépassant les 10 à 15 minutes. A noter que dans l'enseignement primaire, le message : « on quitte la pièce,



on éteint » ... est souvent plus clair !

À la fin des cours, durant les récréations et les pauses de midi... éteindre la lumière qui ne sert à rien ni à personne. Rappeler cette exigence aux élèves est laborieux... mais fait partie des tâches d'éducation. Plus tôt on l'acquiert, plus il est durable.

Il est aussi possible de confier cette tâche à des élèves qui auront, à tour de rôle, la « charge-énergie » en charge.

Notons enfin que les luminaires fluorescents récents, équipés de ballast électroniques, de même que les tubes leds, ne sont plus sensibles au nombre d'allumages et d'extinctions : encore une bonne raison de tout couper si cela ne sert à personne !

- [Appareils élect.](#)
- [Éclairage](#)
- [Chauffage](#)
- ↓
- [F.A.Q.](#)
- [Instr. de mesure](#)
- [Calculs](#)
- [Suivi de la consommation](#)

[PDF](#)

### • Faut-il couper ou réduire le chauffage le WE ?

[themify\_box style= »red warning »]Un bruit circule parfois comme quoi il vaut mieux garder le bâtiment à 16°C la nuit et le week -end: «... sinon cela coûtera bien plus cher de remettre le chauffage en température le lundi matin ! ».

C'EST FAUX !

Sur le plan énergétique, il est prouvé qu'il faut couper l'installation de chauffage totalement en période d'inoccupation. C'est ainsi que l'on fera la consommation la plus faible... même si effectivement il faudra recharger les murs le lundi matin.[/themify\_box]



Seul cas particulier : il ne faut pas couper totalement une zone intégrant un local très humide (cuisine collective, salle de douches, buanderie ...) si cette pièce ne dispose pas d'un d'extracteur d'air mécanique. Les parois risqueraient d'être trop froides, des condensations pourraient s'y produire et développer des moisissures.

Dans ce cas, il faut d'abord résoudre le problème d'humidité (par une extraction d'air efficace) et puis revenir à la coupure du chauffage.

Dans tous les autres cas, le chauffage doit être coupé la nuit, le week-end et les jours de congés, tout en restant hors-gel et muni d'un bouton poussoir de relance au cas où une occupation inattendue apparaît !

Le radiateur ne doit donc pas être « tiède » le samedi matin (= simple abaissement « traditionnel » de la température de l'eau ...). Il doit être... froid !

Comment le prouver ?

- **Par l'expérience pratique** : si une école traditionnelle est au départ chauffée en continu qu'elle passe à un régime coupé la nuit, le week-end et les vacances scolaires, une économie de l'ordre de 30 à 40% de combustible est effectivement réalisée. Ce chiffre dépend de son niveau d'isolation et d'inertie. J. Claessens, Facilitateur Energie Ecole a suivi de nombreux cas et peut assister l'école à analyser une rénovation de la régulation (jacques.claessens@uclouvain.be);
- **Par le raisonnement physique** : il n'est pas possible d'évaluer l'économie en regardant la chaudière... Effectivement, elle consommera plus pour relancer le chauffage du lundi matin, mais comment évaluer si cette sur-consommation dépasse ou non l'économie réalisée durant le WE ???... impossible...

Par contre, on peut partir du constat que toute l'énergie brûlée par la chaudière est transmise par les radiateurs aux locaux. Il y a égalité entre l'énergie qui traverse les parois de l'enveloppe et l'énergie fournie par la chaudière. Aussi, si l'on coupe le chauffage le WE, la température intérieure des locaux va baisser, donc l'écart de température entre l'intérieur et l'extérieur, donc la consommation du bâtiment.

Couper le chauffage le WE, c'est abaisser la température intérieure, c'est diminuer la demande de chauffe ... c'est là que se situe l'économie fondamentale !

Pour en savoir plus :

<https://www.renovermonecole.be/fr/type-travaux/je-renove-linstallation-chauffage>



- [Appareils électr.](#)
- [Éclairage](#)
- [Chauffage](#)
- ↓
- [F.A.Q.](#)
- [Instr. de mesure](#)
- [Calculs](#)
- [Suivi de la consommation](#)

[PDF](#)

### • Quelle différence entre kW et kWh ?

Le kW (kilo-Watt) est une unité de puissance, le kWh (kilo-Watt-heure) est une unité de travail ou d'énergie.

On dira d'une lampe qui développe une puissance lumineuse de 60 Watts, qu'elle est moins puissante qu'une lampe de 100 watts.

Mais on dira également que sa consommation en 24 heures est de :  
 $60 \text{ W} \times 24 \text{ h} = 1\,440 \text{ Wh} = 1,44 \text{ kWh}$

On exprime ainsi l'énergie consommée pendant un temps donné.

D'une manière générale,

$$\begin{aligned} \text{Énergie} &= \text{Travail} = \text{Consommation} \\ \text{Énergie} &= \text{Puissance} \times \text{Temps} \end{aligned}$$

Ou encore,

$$\text{Puissance} = \text{Énergie} / \text{Temps}$$

### Exemple

Chauffer 100 litres d'eau de 0 à 100 °C demande 11,6 kWh d'énergie calorifique.



Cette quantité est indépendante du temps.

Elle est calculée à partir de la capacité thermique de l'eau de 1,16 kWh/m<sup>3</sup>.

$$K : \text{Energie} = 1,16 \text{ kWh/m}^3 \cdot K \times 0,1 \text{ m}^3 \times 100 \text{ K} = 11,6 \text{ kWh}$$

Mais chauffer cette eau en 1 heure demandera moins de puissance que si le chauffage doit être réalisé dans un préparateur d'eau chaude en 6 minutes :

- dans le 1er cas : Puissance = 11,6 kWh / 1 h = 11,6 kW
- dans le 2ème cas : Puissance = 11,6 kWh / 0,1 h = 116 kW !

- [Appareils électr.](#)
- [Éclairage](#)
- [Chauffage](#)
- ↓
- [F.A.Q.](#)
- [Instr. de mesure](#)
- [Calculs](#)
- [Suivi de la consommation](#)

[PDF](#)

### • Pourquoi un PC consomme-t-il la nuit ?

 Malgré l'arrêt apparent d'un PC, le wattmètre nous signale une puissance résiduelle de 5 à 10 Watts.

Les origines en sont diverses :

- La présence d'un transformateur est parfois la cause du problème : il est moins cher de placer l'interrupteur sur le circuit basse tension que haute tension, donc la bobine primaire du transformateur reste alimentée...
- Le bouton qui se trouve à l'avant d'une tour n'est pas un bouton électrique placé en série sur l'alimentation (au contraire du bouton arrière), il s'agit d'un « bouton électronique » placé sur la carte mère.

Celle-ci reste alimentée pour le cas où l'ordinateur devrait être rallumé



automatiquement par un informaticien la nuit par exemple (pour faire des back-up, par exemple). Mais cette option, utile lorsque les ordinateurs sont en réseau et que ce type d'action est réalisé, est installée de base sur tous les ordinateurs... C'est rarement le cas dans les écoles...

- [Appareils électr.](#)
- [Éclairage](#)
- [Chauffage](#)
- ↓
- [F.A.Q.](#)
- [Instr. de mesure](#)
- [Calculs](#)
- [Suivi de la consommation](#)

[PDF](#)

## • Faut-il investir dans les tubes leds ?

### **Le remplacement d'un tube fluo T8 par un tube LED dans les écoles (la synthèse pour le directeur)**

[Fichier PDF](#)

Un tube fluo de 1.500 mm et de 58 W consomme 68 W avec son ballast. Dans certains cas, il pourrait être remplacé par un tube LED de 23 W. La diminution des coûts d'utilisation (de 15 à 20 €/an pour un horaire de bureau) et de la pollution générée par la centrale ... mérite de s'y attarder ☐ !

1. Analyse technique
2. Conclusions : nos choix actuels pour une école
3. Proposition de démarche d'installation
4. Cahier des Charges

- 1- Analyse technique

---

## 1. Santé



- 1.1. La lumière bleue est nocive pour la rétine, particulièrement des jeunes enfants (cristallin plus transparent et risque de dégradation de la rétine).
- 1.2. Les lampes LED émettent une forte composante bleutée (plus élevée que les lampes traditionnelles).
- 1.3. Les lampes de couleur froide présentent une composante bleutée plus grande que les lampes de couleur chaude.
- 1.4. La norme EN 62471 classe le risque photo-biologique des lampes. Il existe des lampes de classe RG0 et RG1 (sur une échelle de RG0 à RG3, RG3 étant le plus dangereux), minimisant les risques de lésions rétinienne. A noter que ce risque est évalué pour des adultes et que nous ne connaissons pas l'impact sur les yeux des enfants, a priori plus sensibles. Les fabricants ne sont tenus de marquer que les produits à risque RG2 et RG3. Les produits d'éclairage d'intérieur ne devraient jamais présenter de risques.
- 1.5. La forte luminosité des puces LED peut abîmer la rétine, il faut éviter de fixer son regard sur les points composant les lampes LED. Les tubes LED opalins présentent une luminosité plus faible et plus sûre que les tubes LED clairs.
- 1.6. Les risques liés à une exposition prolongée à l'éclairage LED, présentant une forte composante bleutée, sont encore méconnus. Des premières études comparant des lampes à LED blanc froid (6500 K) à des lampes fluo-compactes blanc froid (6500 K) montrent que les lésions à la rétine sont plus marquées pour l'éclairage LED que pour le fluo-compacte. Le risque est une accélération des dégénérescences de la rétine. Plutôt que d'apparaître aux alentours de 60 ans, les DMLA pourraient être dans le futur observées dès l'âge de 50 ans.
- 1.7. Si l'on souhaite minimiser les risques liés à la lumière bleue, on peut donc recommander :
  - des tubes de classe RG0 et RG1 (c'est-à-dire des tubes non-marqués)
  - des tubes de couleur chaude (par exemple, appellation « warm white », ou  $T^{\circ} \leq 3.000 \text{ K}$  et en tout cas  $T^{\circ} \leq 4.000 \text{ K}$ )
  - des tubes opalins ou des tubes clairs placés dans un luminaire opalin
  - les risques liés à une exposition chronique étant méconnus, de faire en sorte que les enfants ne soient pas éclairés toute la journée par un éclairage à LED et donc, par mesure préventive, de ne placer actuellement l'éclairage LED que dans les



locaux de type salle polyvalente, réfectoire, couloirs, salle de gym, laboratoire de science... Dans les crèches, on évitera complètement d'éclairer avec du LED car les enfants en dessous de 2 ans ont un cristallin tellement transparent qu'il ne filtre pas la composante bleue néfaste à la rétine.

## 2. Écologie

- 2.1. Bien que le tube LED ne contienne pas de mercure (comme le tube fluo), la disponibilité à terme des métaux rares qui le composent n'est pas connue...
- 2.2. Ces métaux rares sont du même type que ceux utilisés pour les écrans des GSM, des PC, ...
- 2.3. Actuellement, il n'y a pas de recyclage organisé spécifiquement pour ce produit, mais on peut comprendre qu'il n'y a pas de forte demande pour organiser cette filière.

## 3. Sécurité réglementaire de l'adaptation 1:1 dans le luminaire existant

- 3.1. Le poids du tube LED peut être double par rapport à celui d'un tube fluo T8, mais il reste inférieur au poids maximum autorisé de 500g, supporté par les luminaires pour tubes fluo T8 (norme IEC 62 776). Les tubes en matière plastique limitent le risque lié à une chute et autorise à supprimer des opalins jaunis et peu efficaces !
- 3.2. Afin d'éviter tout risque d'électrocution, les tubes doivent respecter la norme NBN EN 62560. L'attestation de conformité sera demandée au fournisseur.
- 3.3. Le fonctionnement des tubes LED ne nécessite pas de starter ni de ballast.
- 3.4. Le placement de tubes LED dans une armature originellement conçue pour les tubes fluo ne nécessite pas la même intervention s'il s'agit d'un luminaire muni d'un ballast électronique ou d'un luminaire muni d'un ballast électromagnétique.
- 3.5. Dans le cas du ballast électronique, une modification du câblage interne du luminaire est nécessaire. Les fabricants de tubes LED fournissent généralement les schémas de modification.
- 3.6. Dans le cas du ballast électromagnétique, il est possible de ne pas modifier le schéma du luminaire en choisissant un tube LED alimenté d'un seul côté et livré avec une pièce « fusible » à visser à la place du starter en place. Grâce à ce faux-starter, l'installation fonctionne et est protégée au cas où un tube fluo serait remis par erreur.



Le ballast reste néanmoins alimenté, ce qui génère de l'ordre d'1 Watt de consommation supplémentaire. Cette consommation est évitable par le pontage du ballast (mais on modifie dès lors le câblage du luminaire, et cette modification pourrait entraîner la perte de la couverture assurance en cas d'incendie du à cette modification...).



Luminaire avec ballast conventionnel

3.7. Il faut être conscient que toute adaptation du luminaire fait perdre au luminaire sa conformité CE et ENEC d'origine et que le fabricant du luminaire n'est dès lors plus responsable du produit.

3.8. Après modification du luminaire, la responsabilité incombe à la personne qui a modifié ou donné l'ordre de modifier celui-ci.

- Si la modification a été effectuée par le technicien de l'école, c'est au directeur d'école qu'incombe la responsabilité du luminaire modifié. Un organisme certificateur peut valider la qualité de la procédure.
- Si l'adaptation a été réalisée par un technicien agréé, c'est à ce dernier que la responsabilité incombe.
- Il est intéressant de savoir que certains fabricants de tubes LED s'occupent de l'installation et adaptent les luminaires en suivant une procédure qu'ils ont fait préalablement valider par un organisme certificateur.

La responsabilité de la nouvelle installation leur incombe dès lors. Ordre de grandeur de coût : 8 €/tube.

3.9. A noter que le remplacement des lampes fluo par des lampes LED (de longue durée de vie) sous-entend un bon état préalable du luminaire et tout particulièrement des broches d'alimentation du tube.

#### **4. Niveau d'éclairage**

4.1. Même s'il entraîne une légère diminution du niveau d'éclairage, la pose d'un opalin, intégré au tube ou externe, est fortement conseillée pour réduire l'éblouissement.

4.2. Le nombre de lumen produit par un tube LED dépend d'une marque à l'autre et constitue un critère de qualité.



4.3. A priori le tube LED génère moins de lumière que le tube fluo (1.900 lumen versus 3.000 lumen pour un tube de 1.200 mm). Mais toute la lumière du tube LED est utile puisqu'orientée vers le bas. Tandis que les réflecteurs permettent de réfléchir une partie de la lumière du tube fluo (plus ou moins grande en fonction de la qualité du réflecteur), ces réflecteurs ne jouent plus ce rôle avec un tube LED et sont alors inutiles.



Efficacité lumineuse de différentes configurations de luminaires et de tubes

4.4. Lors d'un remplacement, le résultat comparatif avant/après dépendra donc très fortement :

- 1° - de la qualité du luminaire. Si des miroirs efficaces renvoient la lumière du tube fluo vers le bas, le remplacement par un tube LED génèrera une diminution d'éclairage. Par contre, dans le cas d'un tube nu, le passage au LED se traduira par une légère augmentation du niveau d'éclairage.
- 2° - du vieillissement du tube fluo. Celui-ci a perdu 20% de son efficacité, environ, après 10.000 h d'utilisation... Le tube LED neuf paraîtra d'autant plus efficace !... Lors du test, on risque de comparer une installation de tubes fluo en fin de vie, avec une installation de tubes LED neufs et lumineux ! Il faut donc veiller à surdimensionner légèrement l'installation pour anticiper sa chute de luminosité future.

4.5. L'uniformité lumineuse sur le plan de travail n'est pas aussi bonne que dans le cas d'un luminaire avec tube fluo (courbe « chauve-souris »).

4.6. Il est donc fortement conseillé de tester le résultat des nouveaux tubes sur une classe, avant de généraliser à l'ensemble de l'école, afin de vérifier que l'éblouissement est minimal, l'éclairage est atteint et l'uniformité est suffisante.

## 5. Rentabilité

5.1. La rentabilité dépend du coût d'achat du luminaire, de la longueur du tube, du prix du kWh, du prix de l'installation du tube LED, du coût de la maintenance évitée si on était resté dans une installation fluo, des durées de vie prises en compte pour le tube fluo et pour le tube LED.

5.2. La notion de durée de vie est actuellement peu claire car le fabricant spécifie



rarement s'il s'agit de la durée de vie des puces LED seules, de l'électronique associée ou de la globalité du tube. La durée de vie généralement annoncée est la période durant laquelle le flux lumineux des puces LED reste supérieur à 70% du flux lumineux initial. Elle est d'application à condition que la puce LED soit utilisée dans les conditions de tension et de température normalisées. Notons que la puce LED est très sensible à la température de fonctionnement et son enfermement dans un tube n'est sans doute pas favorable. Il faut donc s'attendre à ce que la durée de vie réelle soit inférieure à la durée de vie annoncée. La durée de la garantie offerte par le fabricant est un indice de qualité.

5.3. Certains fabricants demandent une extinction du tube de 3h toutes les 8 heures, pour limiter la surchauffe... et assurer la durée de vie annoncée.

5.4. En dehors du coût de l'installation et de la maintenance, l'investissement est remboursé en 3 à 7 ans pour une classe d'école (1.000 h de fonctionnement/an si éclairage permanent aux heures scolaires), 2 à 3 ans pour un bureau (2.000 h de fonctionnement/an), moins d'un an pour un tube à fonctionnement permanent (8760 h/an). Le tableau ci-dessous précise les différents cas de figure :

Longueur du tube	Coût d'achat du tube	Tarif Basse Tension (~0.22€/kWh)	Tarif Haute Tension (~0.15€/kWh)
1200 mm (ex-36W)	29€ TVAC	4 500 h	6 500 h
1500 mm (ex-58W)	34€ TVAC	2 500 h	4 000 h

Durée d'amortissement de l'investissement dans un tube LED

## 1. Conclusions : nos choix actuels pour une école

Il existe sur le marché des tubes LED permettant d'atteindre un niveau d'éclairage satisfaisant, sans éblouissement, ... et consommant le tiers d'un tube fluo !

La décision du remplacement est fortement influencée d'une part par le crédit donné à la durée de vie annoncée par le fabricant et d'autre part, par la rapidité imaginée de la baisse future du coût du tube et de la hausse de ces performances.

- Les cas où on imagine un remplacement d'office :
  - Les salles de sports équipées de tubes fluo suite à leur hauteur et au coût



élevé de la maintenance, tout en vérifiant la bonne uniformité et le niveau d'éclairage.

- Les lampes à fonctionnement 24h/24, si le fabricant garantit cet usage.
- Les tubes dans les sanitaires qui sont régulièrement allumés/éteints
- Les tubes nus
- Les situations très favorables au remplacement :
  - Les tubes de 1,5 m de longueur (58 W) dans des luminaires avec des douilles encore en bon état.
  - Les petites écoles alimentées au régime basse tension (0,22 €/kWh)
  - Les cas où il y a un surdimensionnement de la luminosité des tubes fluo > 20% (classe où on aurait > 400 lux sur les tables)
  - Les couloirs ou locaux allumés très longtemps (par exemple orientés au Nord)

Puisqu'on ne dispose généralement pas du budget pour un remplacement de tous les tubes, il paraît opportun de commencer par ces cas favorables. Notons que certains installateurs proposent des solutions de location.

Si l'installation est en mauvais état (vieux luminaires avec opalins jaunis et cosses plastiques fragiles, par exemple), faut-il rénover :

- Avec une nouvelle installation T5 ?
- Avec une nouvelle installation tubes LED (luminaires basiques pour tubes fluo + tubes) ?
- Avec une nouvelle installation LED (lampes LED et luminaires pour LED) ?

On n'est plus dans le cas d'un « relamping » (lampes de substitution) mais bien dans une rénovation complète des luminaires. Dans ce cas, il faut faire réaliser une étude complète pour déterminer la meilleure solution.

## 2. Proposition de démarche d'installation

1. Un électricien vérifie l'état préalable des luminaires (type et état des luminaires) et le niveau de luminosité (300 lux recommandés sur les tables de travail, en déduisant la lumière du jour) et son uniformité (rapport éclairage minimal sur éclairage moyen > 60%).
2. Le PO décide s'il fait appel à un installateur ou à un technicien interne à l'école.
3. Le PO fait préciser par l'installateur ou le fabricant que les tubes LED répondent aux critères du Cahier des Charges ci-dessous.



4. L'installateur procédera à un test dans un local type de l'école, en matière d'éclairage et d'uniformité.

S'il s'agit d'un technicien interne, un premier achat de quelques tubes permettra de réaliser ce test, avant un achat plus conséquent. S'il passe ensuite par un appel d'offres, il précisera que le tube aura un flux (en lumen) au minimum égal à celui utilisé pour le test.

### 3. Cahier des Charges

Les tubes LED devront répondre aux exigences réglementaires en vigueur et plus particulièrement:

- minimiser les risques d'électrocution en satisfaisant la norme NBN EN 62560 (Lampes à DEL auto-ballastées pour l'éclairage général fonctionnant à des tensions > 50 V) ou IEC 62776 (lampes à LED à deux culots conçues pour remplacer des lampes à fluorescences linéaires)
- être équipés de puces LED orientées uniquement vers le bas (pas de « double-side »)
- faire partie de la classe RG0 ou RG1 de la norme EN 62471 (risques photo-biologiques)
- avoir une couleur chaude  $T^{\circ} \leq 4.000$  K (de préférence 3.000 K)
- être opalins s'ils ne seront pas intégrés dans des luminaires déjà munis d'une coiffe opaline
- être garantis pour un usage permanent s'ils sont destinés à un fonctionnement 24h/24
- avoir une efficacité supérieure à 100 lumen/Watt
- avoir un indice de rendu des couleurs supérieur à 80

Il sera demandé au fabricant de fournir la taille des tubes, le schéma de montage et d'inclure dans son prix le coût des accessoires éventuels (par exemple, « starters-fusibles »).

- [Appareils élect.](#)
- [Éclairage](#)
- [Chauffage](#)
- ↓
- [F.A.Q.](#)



- [Instr. de mesure](#)
- [Calculs](#)
- [Suivi de la consommation](#)

[PDF](#)

## • Comment fonctionnent les leds ?

Nous aurions bien aimé vous donner une explication simple et compréhensible par un jeune enfant... Malheureusement, c'est complexe...

Comment faire de la lumière ?

La première façon a été donnée par la nature : un corps très chaud émet de la lumière.

Par exemple,



Le filament de la lampe tungstène sera lui à 3.500°C !

Puis une autre idée est venue de la nature : l'éclair de l'orage ! On a réussi à générer des éclairs dans les tubes fluorescents ...



Dernière astuce de la nature pour produire de la lumière : la phosphorescence. Nous connaissons le ver luisant, ou la luciole :

Sa queue n'est pas chaude, non, elle a emmagasiné de l'énergie durant la journée et elle la restitue la nuit. On dit que dans la matière qui compose son corps, des électrons ont été excités en journée et qu'ils redescendent à l'état normal la nuit en émettant une énergie lumineuse (appelée photon).

Nous utilisons cela aussi pour éclairer le soir le plafond des chambres des petits enfants.

Et bien les leds font un peu pareil : lorsque qu'elles sont parcourues par un courant électrique, elles émettent des photons de lumière.



Une LED (Light Emitting Diode) est une diode qui émet de la lumière lorsqu'elle est parcourue par un courant continu dans le sens passant.



La référence ci-dessous explique cela bien en détail :

<http://couleur-science.eu/?d=2014/08/15/16/46/31-comment-fonctionne-une-led>

Pour en savoir plus :

<http://www.energieplus-lesite.be/index.php?id=17163>

- [Appareils élect.](#)
- [Éclairage](#)
- [Chauffage](#)
- ↓
- [F.A.Q.](#)



- [Instr. de mesure](#)
- [Calculs](#)
- [Suivi de la consommation](#)

[PDF](#)

## • Quel petit matériel pour agir dans l'école ?

Quelques idées de matériel... à faire installer par les élèves ?

Prises multiples avec bouton interrupteur (coût : 4 Euros)

Programmateurs mécaniques de prises hebdomadaires (ballon d'eau chaude, radiateur électrique, distributeurs de boisson, ...) (coût : 8 Euros)

Lampes basse consommation fluo-compacte ou Led

Peinture blanche pour murs et plafonds

Thermomètres avec affichage digital à mettre au mur (pour le repérage d'un problème de régulation et/ou pour l'ajustement du réglage des vannes thermostatiques) Coût : 8 Euros)

Isolant (type laine de verre en rouleau de 6 cm d'épaisseur) autour des ballons de préparation d'eau chaude (électricité et/ou chauffage)

Joints mousse aux portes et fenêtres



Isolant autour des tuyauteries de chauffage en cave ou dans les couloirs

Isolant sur le mur derrière les radiateurs

En voici d'autres, plus clairement du ressort du technicien. Si les élèves ne sont pas impliqués dans la mise en œuvre, ils peuvent faire mention des manques lors de leur audit et être acteur en rédigeant un courrier aux décideurs de l'école.

Des vannes thermostatiques

Un ferme-porte automatique sur les portes extérieures, ou sur des portes intérieures entre couloirs et halls d'entrée

Des lampes d'éclairage du tableau

Des tubes leds

Des rideaux blancs diffusants pour les fenêtres

Un interrupteur général sur les PC de la salle informatique à intégrer dans la goulotte électrique

Un programmateur crépusculaire des lampes extérieures de l'école



Une lampe de bureau pour le secrétariat ou pour le prof dans sa classe

- [Appareils élect.](#)
- [Éclairage](#)
- [Chauffage](#)
- ↓
- [F.A.Q.](#)
- [Instr. de mesure](#)
- [Calculs](#)
- [Suivi de la consommation](#)

[PDF](#)

### • Comment savoir si on réalise des économies tout au long du défi ?

Le défi consiste à réaliser 10% d'économie électrique par rapport à la consommation de l'année précédente.

La consommation de l'année précédente est établie à partir la dernière facture annuelle de l'école qui sera transmise au Cifful.

Comment savoir la consommation de l'année précédente durant la période du défi ?  
C'est le Cifful qui réalise ce calcul sur base d'une statistique forfaitaire établie sur la consommation de plusieurs écoles :

<b>11,0%</b>	janvier
<b>10,6%</b>	février
<b>9,3%</b>	mars
<b>7,7%</b>	avril
<b>7,6%</b>	mai
<b>7,4%</b>	juin
<b>4,1%</b>	juillet
<b>5,3%</b>	août



<b>7,4%</b>	septembre
<b>9,5%</b>	octobre
<b>9,4%</b>	novembre
<b>10,5%</b>	décembre
<b>100%</b>	Année

Une fois la date de votre audit participatif des élèves connue, le Cifful vous communiquera votre consommation de référence (par exemple 37% de la consommation de l'an dernier).

La classe pilote peut dès lors afficher un grand graphique (feuille A0) dans le couloir, avec le temps du Défi en abscisse et la consommation en kWh en ordonnée. Une grande ligne est tracée entre le point (0 ; 0) et le point (dernier jour ; consommation de référence).

A tour de rôle, le duo d'élèves qui ont la charge énergie cette semaine-là, va lire l'index du compteur, déduire par soustraction la consommation à partir de la date de l'audit et placer un point dans le graphique. Il peut en déduire le pourcentage d'amélioration par rapport à l'an dernier !

Si le compteur n'est pas accessible aux élèves, si l'école ne dispose pas d'un compteur propre, ... il faudra discuter sans tarder avec l'accompagnateur-trice pour trouver la meilleure solution (placement d'un smart meter, d'un compteur de passage, d'un enregistreur de courant...). Dans ce cas, il faudra retarder quelque peu l'audit pour qu'une période de consommation de référence soit établie.

- [Appareils électr.](#)
- [Éclairage](#)
- [Chauffage](#)
- ↓
- [F.A.Q.](#)
- [Instr. de mesure](#)
- [Calculs](#)
- [Suivi de la consommation](#)

[PDF](#)



• **Qu'est-ce qui peut bien fonctionner dans une école la nuit ?**

- Les appareils en mode veille :
  - PC de l'administration
  - PC dans les salles informatiques
  - Projecteur, vidéo, TV, chaîne HiFi, ... dans les classes
  - Imprimantes
  - Photocopieuses
  - Fax
  - Distributeurs de boissons chaudes
  - Distributeurs de boissons froides
  - Serveur informatique et modem
  - Micro-ondes
  - ...
  
- Les installations techniques :
  - Circulateurs de chauffage (même parfois l'été)
  - Circulateur de la boucle de circulation sanitaire
  - Brûleurs des chaudières
  - Régulateur de l'installation de chauffage
  - Extracteurs d'air dans les sanitaires, dans les vestiaires de la salle de gym,...
  - Groupes de pulsion d'air mal programmés
  - Centrale de détection incendie
  - Centrale de détection anti-intrusion
  - ...
  
- L'éclairage :
  - Éclairages oubliés dans les locaux
  - Eclairage de cours de récréation
  - Eclairage des abords extérieurs
  - Eclairage de secours allumés à tort...
  - ...
  
- L'eau chaude sanitaire :



- Ballon d'eau chaude électrique à accumulation en chaufferie
- Petits ballons sous les éviers dans le réfectoire, dans les classes,...
- ...
- La cuisine et réfectoire
  - Frigos
  - Congélateurs
  - Chauffe-plats oubliés...
  - Hotte de cuisine oubliée...
  - ...
- Un courant de fuite du réseau ?

Un point d'interrogation est mis parce que nous n'avons jamais mesuré réellement cette consommation. Elle est basée sur le fait que 1 ampère de fuite de courant génèrerait 230 Watts de consommation. Elle se produirait de manière assez diffuse dans les câbles des très vieilles installations, vers le sol...

Normalement, le disjoncteur différentiel, aujourd'hui obligatoire, devrait sauter puisque cette perte est similaire à celle qui se produirait par un fil de terre... mais peut-être y a-t-il des écoles trop anciennes que pour être équipées de différentiels ?

Nous serions très heureux de creuser ce sujet dans une école qui ne pourrait expliquer sa consommation permanente... très coûteuse sur la facture !!

## Quelle méthodologie pour détecter ces consommations ?

### - Au départ, il y a la facture !

Sur la facture, se retrouve la consommation des heures creuses et des heures pleines. Les heures creuses, c'est de 22h à 7h (en général) et le WE. Cela représente 93 heures par semaine, 390 heures par mois, 4.836 heures par an. Si l'on divise la consommation en heures creuses par le nombre d'heures de la période, on obtient la puissance moyenne qui reste en fonctionnement en période d'inoccupation.

Par exemples :

- Soit facture annuelle où HC = 23.000 kWh/an, alors  $P = (23.000 \text{ kWh/an}) / (4.836)$



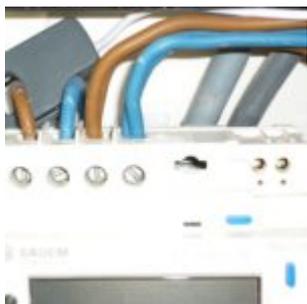
$$h/an) = 4,75 \text{ kW}$$

- Soit facture mens. où HC = 3.000 kWh/mois, alors  $P = (3.000 \text{ kWh/mois}) / (390 \text{ h/mois}) = 7,7 \text{ kW}$

Concrétisons : 4,75 kW permanent se visualise en disant qu'il y a un équivalent de 24 téléviseurs (d'une puissance de 200 Watt) qui restent en fonctionnement quelque part dans l'école...

### - Mesurer par un enregistreur

Différents appareils tels que l'Ecowatt de chez Chacon (vendu dans les magasins de bricolage autour de 100 Euros), permettent la mesure instantanée et l'enregistrement de la puissance demandée. On mesure en entourant par une pince le fil dont on souhaite connaître la puissance parcourue.



La courbe de l'enregistrement, jour par jour ou heure par heure permet de comprendre, par exemple la consommation de la salle de sports, occupée le WE....



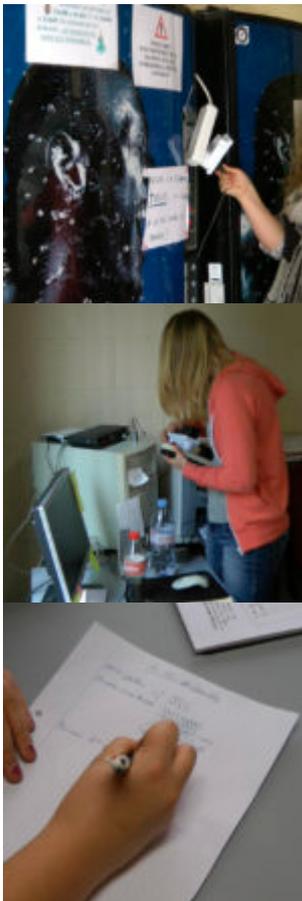
Les facilitateurs peuvent prêter ce type d'appareil.

### - Mesurer les consommations de veille par les élèves



C'est l'objet de l'audit participatif, qui, au-delà de la simple mesure par des wattmètres, permet une véritable conscientisation de chacun sur l'intérêt d'utiliser les prises multiples à boutons poussoirs. Elle s'organise après les heures, parfois en soirée...

La puissance ainsi mesurée par les élèves avoisine généralement un tiers de la puissance totale de nuit de l'école.



Récapitulatif, local par local, sur feuille papier et puis sur excel pour globaliser

### - Mesurer branche par branche

L'enregistreur est souvent placé sur le général de l'école. Il ne dit pas « où » la consommation a réellement lieu. Il est possible alors de faire une mesure branche par branche :

- Soit avec une pince ampèremétrique qui vient entourer successivement chaque départ à la sortie des disjoncteurs : on multiplie le courant ainsi mesuré par la



tension (230 Volt en général) pour obtenir les Watts. Ce n'est pas tout à fait exact pour les tubes fluos dont la puissance est doublée par cette mesure mais c'est un bon départ...



- Soit un deuxième enregistreur qui à nouveau, par un jeu de pince autour des fils, mesurera la puissance de départ dans chaque branche. La même erreur aura lieu pour les tubes fluos avec les anciens ballasts.
- Soit en mettant 1 enregistreur en tête de coffret de distribution, en coupant tous les disjoncteurs, puis en les rallumant l'un après l'autre. Cela demande de pouvoir couper temporairement toute l'installation...

Bien sûr, il est intéressant de travailler en affinant les choses progressivement : d'abord répartir globalement par aile ou par bâtiment (réfectoire, salle de gym, ...) et puis analyser le détail à l'intérieur d'une aile (chaque disjoncteur).

En fait, on se retrouve face à un arbre, et de branche en branche, de brindille en brindille, on procède à l'évaluation du débit de sève qui les irrigue... !



PS : vous vous dites peut-être : « pas possible dans mon école, il y a eu trop de repiquages... » ? Bienvenue au Club, c'est (presque) partout ainsi !

- [Appareils électr.](#)
- [Éclairage](#)
- [Chauffage](#)
- ↓
- [F.A.Q.](#)
- [Instr. de mesure](#)
- [Calculs](#)
- [Suivi de la consommation](#)

[PDF](#)

## • Comment analyser une facture électrique ?

Il n'est pas facile de comprendre la facture électrique ! Et pourtant, il sera très



intéressant d'y découvrir les consommations de nuit et de WE.

Clarifions d'abord les termes :

- heures « pleines » = heures de jour en semaine (de 7h00 à 22h00).
- heures « creuses » = heures de nuit (de 22h00 à 7h00) et toutes les heures de week-end.

Il y a les coûts de l'énergie, les coûts du transport et les taxes diverses.

Comment savoir ce que coûtent les consommations de nuits et de WE (= heures « creuses ») ?

Le plus simple, c'est de prendre le montant total de la facture et de faire une proportion en fonction du coût énergétique de la partie heures creuses.

Par exemple :

Consommation en heures pleines	1.000 kWh x 0,07 €/kWh =	70 €
Consommation en heures creuses	500 kWh x 0,04 €/kWh =	20 €
Coût de la distribution		85 €
Taxes (dont la TVA)		75 €
Total		250 €

### Analyse :

Pourcentage de consom. en heures creuses :  $500 \text{ kWh} / (1.000 + 500) \text{ kWh} = 0,33 = 33\%$

Dans un premier temps, on peut dire que 33% de la consommation se fait la nuit et le WE.

Mais pas 33% du coût ...



Prix moyen du kWh, tout confondu :  $250 \text{ €} / 1.500 \text{ kWh} = 0,17 \text{ €/kWh}$   
Coefficient de majoration lié à la distribution et aux taxes :  $250 / (70+20) = 2,78$   
Coût total réel du kWh en heures pleines :  $0,07 \text{ €} \times 2,78 = 0,195 \text{ €/kWh}$   
Coût total réel du kWh en heures creuses :  $0,04 \text{ €} \times 2,78 = 0,11 \text{ €/kWh}$

### Vérification :

On retrouve le montant total en faisant :

$$1000 \text{ kWh} \times 0,195 \text{ €/kWh} + 500 \text{ kWh} \times 0,11 \text{ €/kWh} = 250 \text{ €}$$

On peut donc dire que

Le coût de la consommation en heures pleines est de  $1000 \text{ kWh} \times 0,195 \text{ €/kWh} = 195 \text{ €}$

Le coût de la consommation en heures creuses est de  $500 \text{ kWh} \times 0,11 \text{ €/kWh} = 55 \text{ €}$

- [Appareils élect.](#)
- [Éclairage](#)
- [Chauffage](#)
- ↓
- [F.A.Q.](#)
- [Instr. de mesure](#)
- [Calculs](#)
- [Suivi de la consommation](#)

[PDF](#)

- [Appareils élect.](#)
- [Éclairage](#)
- [Chauffage](#)
- ↓
- [F.A.Q.](#)
- [Instr. de mesure](#)
- [Calculs](#)
- [Suivi de la consommation](#)

