

FPP / Commission Développement Durable

Consommation Electrique des Piscines domestiques

Sommaire

A. PREAMBULE.....	2
B. FILTRATION.....	2
1) Optimisation du réseau hydraulique	2
2) Optimisation du temps de filtration	5
C. ECLAIRAGE.....	7
D. CHAUFFAGE	8
1) Généralités	8
2) Optimisation sur les différentes surfaces d'échange thermique	8
i. Surface du plan d'eau.....	9
ii. Parois / fonds / réseaux hydrauliques	10
iii. Renouvellement d'eau.....	10
iv. Débordement	11
3) Bilan énergétique	11
i. Mise en température du bassin.....	11
ii. Maintien en température.....	11
E. BIBLIOGRAPHIE.....	13
ANNEXE 1	14
ANNEXE 2.....	16

A. PREAMBULE

Ce présent rapport sur la consommation électrique des piscines domestiques, décrit autant que possible l'existant et présente des recommandations permettant de réduire la consommation électrique, sans pour autant se substituer aux réglementations applicables.

Les principaux postes relatifs aux piscines domestiques et susceptibles d'impacter la consommation électrique, sont étudiés au sein de ce document, chaque partie correspondant à un poste distinct.

B. FILTRATION

1) Optimisation du réseau hydraulique

Dans tous les cas de figure, il faut se préoccuper en premier lieu du circuit de filtration, afin de réduire au maximum les pertes de charge.

Concernant cette thématique, un certain nombre de textes sont en vigueur (se référer à la bibliographie).

Après examen d'essais réalisés, la commission convient, concernant les canalisations, que :

- A section de passage équivalente, le type de tuyau (rigide ou souple) utilisé dans le réseau hydraulique ne constitue pas un critère prépondérant, dans l'optimisation des pertes de charge.

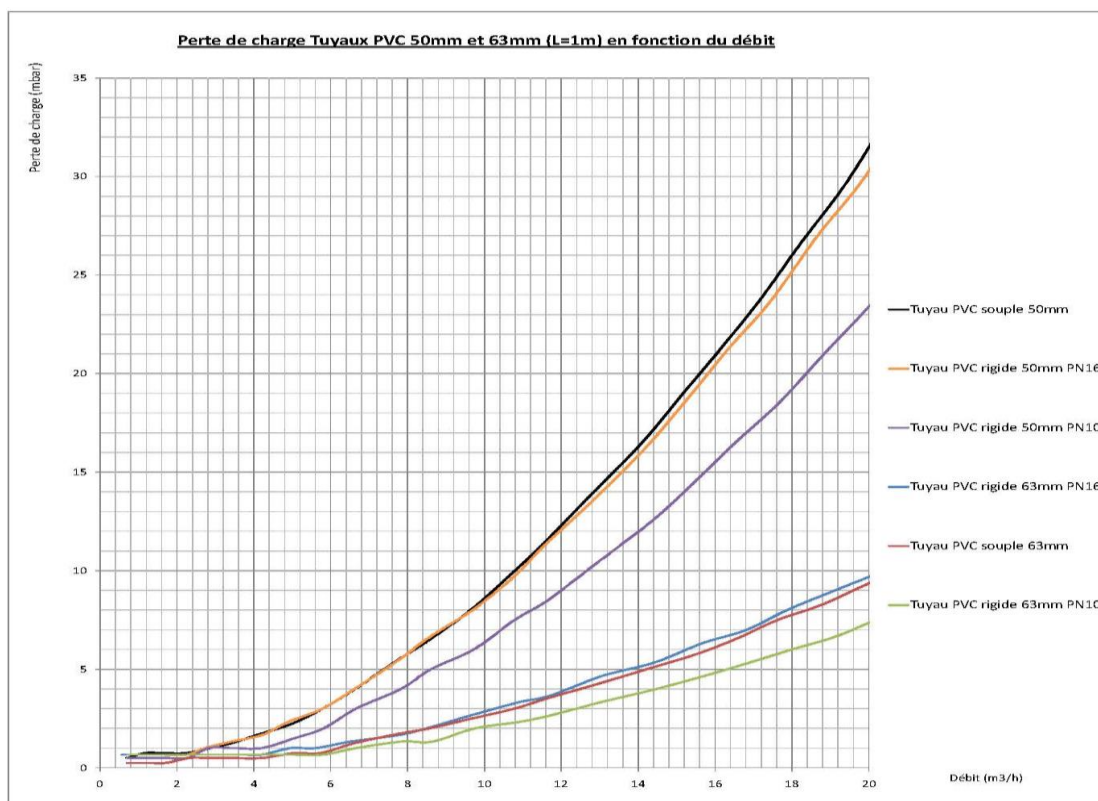


Figure 1

Tuyau PVC rigide 63mm PN10	
Débit (m3/h)	Perte de charge (mbar)
0	0,0
1	0,6
2	0,6
3	0,6
4	0,7
5	0,8
6	1,0
7	1,2
8	1,4
9	1,7
10	2,0
11	2,4
12	2,8
13	3,2
14	3,7
15	4,2
16	4,7
17	5,3
18	5,9
19	6,5
20	7,2

Tuyau PVC rigide 63mm PN16	
Débit (m3/h)	Perte de charge (mbar)
0	0,0
1	0,5
2	0,6
3	0,7
4	0,8
5	1,0
6	1,3
7	1,6
8	2,0
9	2,4
10	2,8
11	3,3
12	3,9
13	4,5
14	5,1
15	5,8
16	6,5
17	7,3
18	8,2
19	9,0
20	9,9

Tuyau PVC souple 63mm	
Débit (m3/h)	Perte de charge (mbar)
0	0,0
1	0,2
2	0,3
3	0,4
4	0,6
5	0,8
6	1,1
7	1,4
8	1,8
9	2,2
10	2,7
11	3,2
12	3,7
13	4,3
14	5,0
15	5,6
16	6,4
17	7,1
18	7,9
19	8,8
20	9,6

Tuyau PVC rigide 50mm PN10	
Débit (m3/h)	Perte de charge (mbar)
0	0,0
1	0,3
2	0,5
3	0,9
4	1,3
5	1,9
6	2,6
7	3,4
8	4,3
9	5,3
10	6,4
11	7,6
12	8,9
13	10,3
14	11,8
15	13,5
16	15,2
17	17,0
18	18,9
19	20,9
20	23,0

Tuyau PVC rigide 50mm PN16	
Débit (m3/h)	Perte de charge (mbar)
0	0,0
1	0,4
2	0,7
3	1,2
4	1,8
5	2,6
6	3,5
7	4,6
8	5,7
9	7,1
10	8,5
11	10,1
12	11,8
13	13,7
14	15,7
15	17,8
16	20,0
17	22,3
18	24,8
19	27,4
20	30,1

Tuyau PVC souple 50mm	
Débit (m3/h)	Perte de charge (mbar)
0	0,0
1	0,5
2	0,7
3	1,1
4	1,7
5	2,5
6	3,4
7	4,5
8	5,7
9	7,1
10	8,7
11	10,4
12	12,2
13	14,2
14	16,3
15	18,6
16	21,0
17	23,5
18	26,2
19	28,9
20	31,8

Tableau 1

- la section, quant à elle, est un élément déterminant qu'il convient de prendre en compte. Cette dernière est notamment déterminée en fonction du débit, du nombre et de la longueur cumulée des tuyaux, et d'une vitesse de passage comprise entre 0,5 et 3m/s pour la filtration.
- les coudes à grand rayon ou à 45° doivent être privilégiés.
- la section des canalisations doit être adaptée aussi à l'éloignement du local technique, tout en tenant compte des réglementations et normes en vigueur.
- Dans le cas d'un débordement avec chute d'eau gravitaire dans un bac tampon, si la différence de hauteur entre le niveau d'eau de la piscine et celui du bac tampon est importante, elle peut impacter significativement les pertes de charge.
- d'une manière générale, le choix d'équipements permettant de réduire les pertes de charge du réseau, doit être privilégié.

La mise en application de l'ensemble de ces dispositions permet de diminuer les pertes de charge, et donc d'utiliser une pompe de puissance inférieure pour un débit identique.

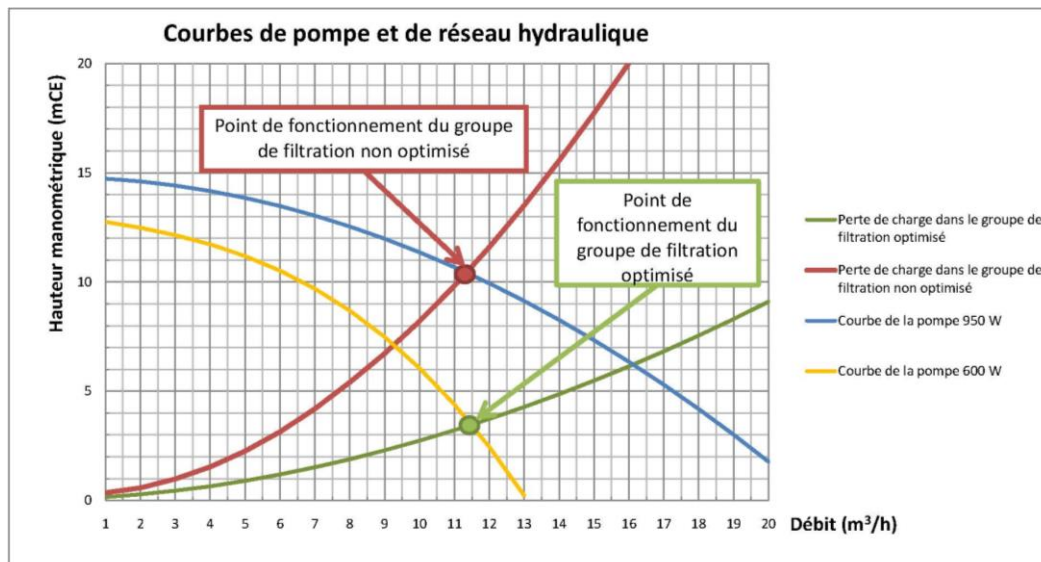


Figure 2

L'ensemble « pompe-filtre-réseau hydraulique » doit être conforme à minima, aux exigences de la norme européenne *NF EN 16713-2 (distribution d'eau - circulation)*. Pour les piscines existantes, seuls la pompe et le filtre constitue une variable sur laquelle il est possible d'agir ; à contrario dans le cas des nouvelles installations, le réseau hydraulique (via l'optimisation de ses pertes de charge) constitue bien une variable au même titre que la pompe et le filtre.

Le dimensionnement du filtre doit se faire en fonction du débit de la pompe, en considérant les pertes de charges liées à l'encrassement du filtre.

Exemple : Pour le cas où une filtration de 10m³ / heure est choisie, et pour un filtre dont les pertes de charge liées à l'encrassement génèreraient une diminution du débit de 30% (suivant les données « fabricant »), il s'avère nécessaire de choisir un filtre de 14m³ / heure ($10/0.7=14$).

A noter que le choix du média filtrant a aussi son importance, certains médias générant moins de pertes de débit liées à l'encrassement, à dimension de surface filtrante équivalente, tout comme la qualité de l'eau.

2) Optimisation du temps de filtration

Pour mémoire, conformément à la norme européenne *NF EN 16713-2*, le système de filtration doit avoir un débit nominal suffisant pour permettre de recycler au moins trois fois le volume total d'eau contenu par le bassin en 24 h, soit $Q \text{ (m}^3\text{/h)} > V \text{ (m}^3\text{)}/8\text{(h)}$, avec un minimum de 2 m³/h.

Dans la pratique, nous observons que les pompes de filtration couramment utilisées permettent de renouveler 3 fois le volume total du bassin, le plus souvent en douze heures.

Exemple 1

Pour une piscine de 4m par 8m, d'un volume total de 45m³, filtrée 12 heures par jour :

→ Pompe de 12m³/heure à 10m de colonne d'eau

→ Puissance absorbée : 700 à 750 watts

→ Soit en consommation pour 1 saison (6 mois ou 180 jours), environ 1600kWh ($=180 \times 12 \times 0.75$)

Afin de réduire la consommation électrique, il peut être judicieux d'allonger le temps de filtration, jusqu'à 24 heures, en réduisant significativement le débit de filtration. Dans cette hypothèse, il conviendra de s'assurer de la compatibilité du fonctionnement de l'installation et de ses équipements

Exemple 2

Pour une piscine de 4m par 8m, d'un volume total de 45m³ :

→ Pompe de 6m³/heure à 5m de colonne d'eau

→ Puissance absorbée : 250 à 300 watts

→ Soit en consommation pour 1 saison (6 mois ou 180 jours), environ 1300kWh (=180x24x0.30)

Soit une économie potentielle d'environ 20%.

Les deux exemples ci-dessus concernent une configuration de filtration seule.

Dans le cas d'équipement complémentaire (chauffage, etc.), il convient d'adapter les caractéristiques de la pompe

L'utilisation de pompes à vitesse variable ou multi vitesses, peut constituer également un moyen de poursuivre ce même objectif, en baissant le débit de filtration et en augmentant le temps journalier de filtration en conséquence.

Pour leur choix, il convient cependant de tenir compte du facteur de puissance (se référer à l'annexe 1 et à la réglementation applicable) et des rendements dans l'analyse des caractéristiques des pompes.

Une économie significative de consommation électrique peut être générée par ce type d'équipement.

Exemple 3

Pour une piscine de 4m par 8m, d'un volume total de 45m³

	Débit (m ³ /h)	Temps de filtration par jour (heures)	Volume d'eau déplacé (m ³)	Puissance absorbée	Energie consommée par jour (kWh)	Cout par jour*
Pompe à vitesse fixe	10,5	16,5	173	650	10,72	1,61 €
Pompe à vitesse variable	7,2	24	173	160	3,84	0,58 €

* : avec un prix estimatif moyen du kWh de 0,15€, pour cet exemple en France, en heures pleines.

- Soit en consommation pour 1 saison (6 mois ou 180 jours), environ 1930kWh pour la pompe à vitesse fixe et environ 690kWh pour la pompe à vitesse variable
- Soit une économie potentielle d'environ 65%, laquelle peut être pondérée pour tenir compte des périodes où la pompe va tourner plus vite pour renforcer l'écumage, contre-laver le filtre, passer le balai aspirateur, ...

En réduisant le débit, il convient d'être particulièrement vigilant à la vitesse de passage dans les canalisations. Une vitesse trop faible favorise la sédimentation et le développement du biofilm dans les tuyaux et minimise l'écumage du bassin.

Il est nécessaire également de s'assurer que l'hydraulique du bassin est adaptée au débit de filtration envisagé, et que le débit à travers l'appareil de chauffage est conforme aux préconisations du fabricant.

S'agissant du choix du cycle de filtration, il convient de privilégier une durée longue permettant d'assurer une diffusion régulière du traitement de l'eau, ainsi qu'une capacité de chauffage du volume d'eau, plutôt qu'une période relativement courte.

Exemple : On pourra recycler 3 fois 80m³ d'eau en 24h, avec un débit de 10m³/h, au lieu d'un débit de 40m³/h en 6h.

De manière générale, un avantage complémentaire de ces pompes à vitesse variable, réside dans la réduction des émissions sonores.

Il existe aussi une autre alternative consistant à utiliser des coffrets de commande pour faire varier la vitesse des pompes existantes mono-vitesse et obtenir les mêmes résultats et avantages qu'énoncés précédemment.

Certains automatismes ou coffrets de commande de filtration, permettront d'optimiser le temps de filtration, en fonction de la saisonnalité et/ou de la température de l'eau.

C. ECLAIRAGE

Il existe principalement 3 types d'éclairage pour la piscine : les leds, lampes halogènes et lampes à incandescence.

En partant du principe qu'une piscine familiale est éclairée en moyenne 50 heures/an, l'éclairage de piscine, qu'il soit d'ambiance ou fonctionnel, représente un poste de consommation électrique très faible, voire négligeable (de 1 à 15kWh par an et par ampoule, selon la technologie).

Cependant un éclairage de faible puissance, donc peu énergivore, permettra de réduire la puissance des transformateurs ainsi que la section des câbles, et donc l'impact environnemental.

En généralisant les luminaires leds sur un potentiel d'environ 30 000 nouvelles piscines enterrées construites par an en France, 15 tonnes de cuivre pourraient être économisées au niveau du transformateur ainsi que 45 tonnes au niveau des câbles.

D. CHAUFFAGE

1) Généralités

En France pour une piscine de plein air, la période de baignade est généralement comprise entre le 1^{er} mai et le 30 septembre (se référer à l'annexe 2, où les quatre grandes saisons d'utilisation d'une piscine sont explicitées).

Il existe principalement 4 types de systèmes de chauffage qui sont répertoriés dans l'accord Afnor AC P90-327 :

- Le réchauffeur électrique
- L'échangeur thermique (couplé à une source de chaleur)
- Le chauffage solaire
- La pompe à chaleur

Pendant la période de baignade, on peut aussi bénéficier d'une augmentation de la température de l'eau d'une piscine de façon passive, avec des couvertures de type solaire et/ou des abris de piscines translucides.

Plus le rendement de l'équipement de chauffage (ratio énergie restituée / énergie consommée) est élevé, meilleure est la performance énergétique.

Les systèmes de types réchauffeurs ou échangeurs ont généralement des rendements proches de 1. Leurs rendements ne sont pas tributaires des conditions climatiques : ils sont opérationnels indépendamment de la température extérieure et de l'ensoleillement.

Le chauffage solaire (hors éventuelle pompe de circulation) et les couvertures solaires ne consomment pas d'énergie mais ne trouvent leur plein rendement que soumis aux rayonnements solaires.

La pompe à chaleur air/eau se révèle le système de chauffage le plus répandu, compte tenu de son coefficient de performance (COP) généralement compris entre 3,5 et plus de 5. Le COP se dégrade, plus ou moins selon la technologie utilisée, avec la baisse de la température environnante.

L'arrivée sur le marché de pompes à chaleur à régime variable (« inverter ») permet d'obtenir, en phase de maintien de la température du bassin, des COP supérieurs à 6. Ce qui permet en outre de réduire significativement les émissions acoustiques.

Pour une piscine 4 par 8, extérieure et équipée d'une couverture isothermique, la consommation moyenne sur une saison (mai → septembre) se chiffre environ à :

- 1100 kWh pour une pompe à chaleur
- 4500 kWh pour un réchauffeur ou un échangeur thermique

2) Optimisation sur les différentes surfaces d'échange thermique

L'optimisation du chauffage consiste à maximiser les gains tout en limitant les pertes.

i. Surface du plan d'eau

Cette surface d'échange concentre à elle seule plus de 95% des déperditions calorifiques d'une piscine non couverte de plein air.

La mise en œuvre d'une couverture sur le bassin permet d'optimiser les phénomènes qui coexistent :

- les pertes
 - par évaporation

L'évaporation représente environ 60% des pertes thermiques à la surface du plan d'eau sur un bassin non couvert. Cette proportion peut monter à 70-80% dans les environnements ventés.

L'installation d'une couverture réduit considérablement la perte d'énergie liée à l'évaporation d'eau : le passage de l'état liquide à l'état gazeux prélève dans le bassin plus de 500 kWh par m³ d'eau évaporée.

Cette valeur et les courbes ci-dessous intègrent un coefficient de pondération de 0,85 de manière à prendre en compte le fait qu'une partie de l'énergie perdue provient de l'air et non pas de l'eau.

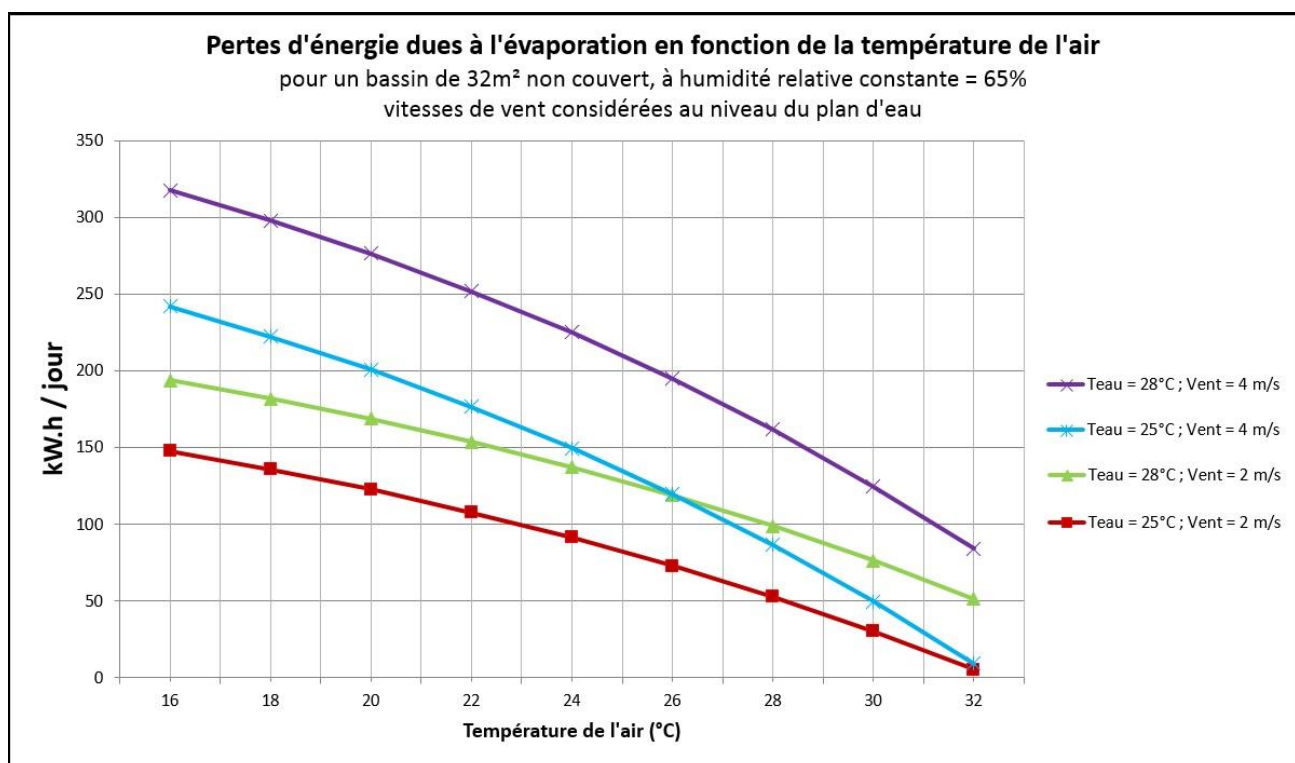


Figure 3

- autres pertes (convection / conduction / rayonnement)

Elles représentent environ 40% des pertes à la surface du plan d'eau sur un bassin non couvert.

L'installation d'une couverture apporte une isolation qui réduit très sensiblement ces déperditions.

La performance isolante d'une couverture est principalement fonction de son coefficient de transmission thermique U ($W/m^2.K$). Plus U est faible, meilleure est la performance.

Les couvertures constituent des équipements à conseiller fortement sur tout bassin pourvu d'un système de chauffage (les communications et dimensionnements des fabricants des systèmes de chauffage sont généralement basés sur des bassins équipés d'une couverture).

- Les apports thermiques solaires

Certaines couvertures captent le rayonnement solaire et restituent une partie de son énergie à l'eau, ou laissent le rayonnement solaire atteindre directement l'eau, d'où un accroissement potentiel de la température de l'eau du bassin.

Le brassage de l'eau améliore l'échange thermique, donc l'efficacité du système et par conséquent la température du bassin.

ii. **Parois / fonds / réseaux hydrauliques**

Dans le cas des piscines et réseaux hydrauliques totalement enterrés, les pertes thermiques sont dans la plupart des cas négligeables :

- inférieures à 2% du total des pertes potentielles pour les fonds et parois
- inférieures à 2% du total des pertes potentielles pour les réseaux hydrauliques

En effet, la masse de terre périphérique représente en elle-même un isolant.

Cependant, en cas de nappe phréatique baignant le cuvelage, les pertes peuvent être significativement plus importantes.

Dans le cas des piscines totalement ou partiellement hors sol, les pertes par les parois peuvent être significativement plus importantes, en fonction du coefficient U de la paroi et de la surface de paroi exposée à l'air libre. Ces pertes peuvent être estimées dans une fourchette de 0,1 à 2kWh par jour et par m^2 exposé.

Néanmoins, ces pertes peuvent être en partie compensées dans le cas de parois de bassins à surface conductrice, exposées à un fort ensoleillement.

iii. **Renouvellement d'eau**

Le chauffage de l'eau de renouvellement liée au lavage des filtres à média granulaires, donc hors évaporation (voir ci-dessus), représente moins de 1% des déperditions thermiques totales sur un bassin non couvert et s'avère donc négligeable.

iv. Débordement

Dans le cas de bassins à débordement type cascade ou déversoir, des déperditions supplémentaires significatives doivent être considérées.

3) Bilan énergétique

i. Mise en température du bassin

L'élévation en température d' 1m^3 d'eau de 1°C nécessite $1,16\text{kWh}$ en l'absence de toute déperdition thermique.

Les besoins thermiques (E_0 en kWh) d'un bassin de volume (V en m^3), de température initiale (T_i en $^\circ\text{C}$) et finale souhaitée (T_{fs} en $^\circ\text{C}$), peuvent s'évaluer selon la formule simplifiée suivante :

$$E_0 = 1,16 \times V \times (T_{fs} - T_i)$$

Cette formule fait abstraction des déperditions thermiques.

Exemple :

un bassin contenant 45m^3 d'eau aura besoin de $1,16 \times 45 \times 12$ soit 626kWh , pour une mise en température du bassin : de 15°C à 27°C , en début de saison.

La sélection de la puissance restituée de l'appareil de chauffage (P en kW) dépendra ensuite de la durée acceptable (t en heures de fonctionnement ininterrompu) pour réaliser cette mise en température. La puissance peut s'évaluer selon la formule suivante :

$$P = E_0 / t$$

Soit en reprenant l'exemple précédent et si une durée de 96h est considérée comme acceptable, alors :

$$P = 626 / 96 = 6,5\text{kW}$$

ii. Maintien en température

Afin de maintenir l'eau du bassin à la température souhaitée, il est souvent nécessaire de fournir de l'énergie calorifique à la piscine pour compenser les pertes.

Les valeurs ci-dessous (performance énergétique du bassin : PE) sont données à titre indicatif pour un bassin enterré de plein air, avec une eau chauffée à 27°C et par m^2 de surface de plan d'eau, pour des conditions climatiques moyennes rencontrées en France métropolitaine, de Mai à Septembre :

- Pour un bassin sans couverture : $PE = -4 \text{ kWh/jour/m}^2$
- Pour un bassin avec une couverture opaque : PE entre -1 et 0 kWh/jour/m^2
- Pour un bassin avec une couverture solaire : PE entre 0 et $+3 \text{ kWh/jour/m}^2$

Les pertes énergétiques (les chiffres négatifs ci-dessus) sont à compenser par le dispositif de chauffage, dans une durée inférieure ou égale à la durée quotidienne de filtration.

Les gains énergétiques (les chiffres positifs ci-dessus) constituent un apport énergétique gratuit.

Exemples :

- un bassin enterré de 4m par 8m sans couverture aura besoin de 128 kWh/jour pour maintenir sa température, soit 11 heures de fonctionnement d'une pompe à chaleur de 9 kW à son régime nominal.
- un bassin enterré de 4m par 8m avec une couverture opaque aura besoin au maximum de 32 kWh/jour pour maintenir sa température, soit 3,6 heures de fonctionnement d'une pompe à chaleur de 9 kW à son régime nominal.
- un bassin enterré de 4m par 8m avec une couverture solaire n'aura globalement pas besoin de chauffage pour maintenir une température constante. Néanmoins, en cas de période à ensoleillement faible, celui-ci deviendra nécessaire.

Le bilan énergétique global (E_{tot} en kWh) sur la période d'utilisation du bassin (phase de mise en température et phase de maintien en température) peut s'évaluer selon la formule simplifiée suivante :

$$E_{\text{tot}} = E_0 + n \times PE \times S$$

Avec,

n : nombre de jours d'utilisation

PE : performance énergétique moyenne journalière de maintien en température hors chauffage (en kWh/jour/m²)

E_0 : besoins thermiques de mise en température (en kWh)

S : surface du plan d'eau en m²

E_{tot} est à diviser par le rendement du dispositif de chauffage pour obtenir la consommation électrique en kWh nécessaire au chauffage de l'eau.

E. BIBLIOGRAPHIE

- Accord AFNOR « Réseau hydraulique » = AC P90-325 (Décembre 2010)
- Accord AFNOR « Pièces à sceller » = AC P90-326 (Décembre 2010)
- Accord AFNOR « Chauffage » = AC P90-327 (Novembre 2015)
- Rapport final ADEME / EDF (Avril 2007)
- Rapport sur la consommation en eau des piscines domestiques (Juillet 2012)
- Norme Terminologie = NF P90-320 (Décembre 2009)
- NF EN 16582-1 (Octobre 2015), Piscines privées à usage familial — Partie 1 : Exigences générales, exigences de sécurité et méthodes d'essai
- NF EN 16582-2 (Octobre 2015), Piscines privées à usage familial — Partie 2 : Exigences spécifiques piscines enterrées, exigences de sécurité et méthodes d'essai
- NF EN 16582-3 (Octobre 2015), Piscines privées à usage familial — Partie 3 : Exigences spécifiques piscines hors sol, exigences de sécurité et méthodes d'essai
- NF EN 16713-1 (2016), Piscines privées à usage familial — Partie 1 : Distribution d'eau / Filtration, exigences et méthodes d'essai
- NF EN 16713-2 (2016), Piscines privées à usage familial — Partie 2 : Distribution d'eau / Circulation, exigences et méthodes d'essai
- NF EN 16713-3 (2016), Piscines privées à usage familial — Partie 3 : Distribution d'eau / Traitement de l'eau, exigences et méthodes d'essai

ANNEXE 1

Le **Facteur de puissance « FP »** est défini par le rapport entre la **puissance active « P »** (en Watts) et la **puissance apparente « S »** (en voltampères).

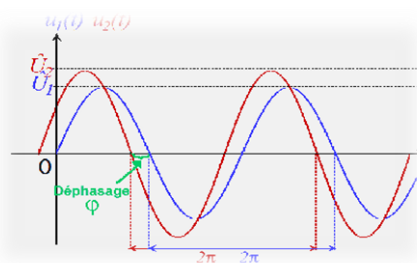
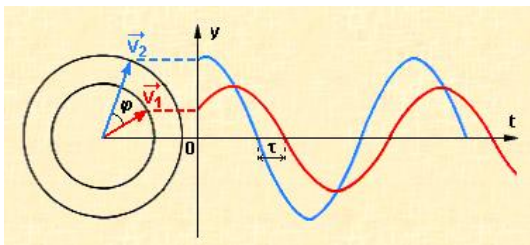
Il varie entre 0 et 1 et n'a pas d'unité:

$$FP^{(1)} = \frac{\text{Puissance active (P)}}{\text{Puissance apparente (S)}}$$

La **Puissance active « P »** est la puissance utile : c'est celle qui produit « un travail utile » suivant la fonction de l'appareil électrique. Elle se calcule en faisant $U \cdot I \cdot \cos(\varphi)$ en régime sinusoïdal, U symbolisant la tension, I symbolisant le courant (ces 2 valeurs sont exprimées en valeurs efficaces) et φ est le **déphasage entre la tension et le courant**.

La puissance active est : celle que l'on consomme réellement; ce qu'un wattmètre mesure en watts; c'est ce que paye un utilisateur grâce au compteur de la maison.

Déphasage : Il exprime l'avance ou le retard des 2 signaux.



Dans notre cas $\cos(\varphi)$ varie entre 0 et 1

La **Puissance apparente « S »** est celle qui est appelée par l'appareil sur le réseau. Elle se calcule en faisant $U \cdot I$ en valeurs efficaces et s'exprime en Voltampères (VA). Comme son nom le laisse supposer, elle n'est qu'apparente car c'est ce que semble consommer l'appareil vu de l'extérieur. Or, une partie de celle-ci sera non « productrice de travail » si le FP ne vaut pas 1. Dans ce cas, il y a apparition de ce que l'on appelle la puissance réactive Q .

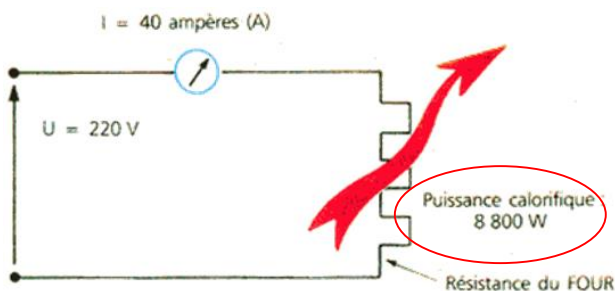
Nous avons :

$$FP^{(2)} = \frac{U \times I \times \cos(\varphi)}{U \times I}$$

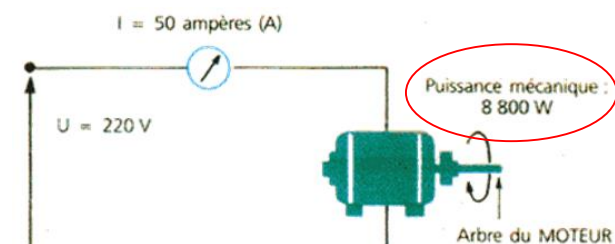
Dans l'industrie EDF exige un facteur de puissance (FP) entre 0.8 et 1

Exemple :

Un four



Un moteur



A puissance utile égale nous pouvons voir que :

- $I_{\text{moteur}} > I_{\text{résistance}}$
- $S_{\text{moteur}} > S_{\text{résistance}}$

Ainsi pour une puissance Active identique (**P=8800W**), le moteur appelle sur le réseau une puissance Apparente ($S = U \times I = 220 \times 50 = 11000\text{VA}$) supérieure à celle qui est appelée par le four ($S = U \times I = 220 \times 40 = 8800\text{VA}$). Cela est dû au fait que pour disposer de 8800W de puissance Active dans un moteur, il faut aussi de l'énergie pour aimanter le circuit magnétique et donc consommer de l'énergie *Réactive*.

Calculons le $\cos(\varphi)$ dans chaque cas avec la formule (1):

- Four : $\cos(\varphi) = P/S = 8800/8800 = 1$.
- Moteur: $\cos(\varphi) = P/S = 8800/11000 = 0,8$.

C'est pourquoi, le fournisseur d'électricité (EDF) impose à ses clients industriels d'avoir un facteur de puissance minimum car s'il est trop faible, le courant appelé est bien plus grand que nécessaire et on diminue la capacité de ses installations électriques. S'ils autorisaient les petits facteurs de puissance, EDF devrait sur dimensionner tout son réseau.

Conclusion :

Un mauvais $\cos(\varphi)$:

- Accroît les chutes de tension dans les câbles
- Augmente les pertes par effet joule lors du transport de l'énergie électrique
- Entraîne une surfacturation EDF par une surconsommation ou une pénalité. (Industrie pour le moment)
- Dégrade la capacité de transport de l'énergie électrique par des câbles.
- Entraîne un surdimensionnement des installations neuves : câbles (section), transformateur, etc...

ANNEXE 2

La saison d'utilisation d'une piscine est étroitement fonction de son type, de son environnement climatique et de son système de chauffage.

On peut, ainsi, distinguer quatre grandes saisons d'utilisation d'une piscine* :

- Configuration 1 : Piscine de plein air, non chauffée, sans couverture isothermique. Saison d'utilisation : 15 juin au 15 septembre.

- Configuration 2 : Piscine de plein air, chauffée, avec couverture isothermique. Saison d'utilisation : 1er mai au 30 septembre.

- Configuration 3 : Piscine de plein air, sous abri, chauffée, avec couverture isothermique. Saison d'utilisation : 15 mars au 15 novembre.

- Configuration 4 : Piscine intérieure, chauffée, hall chauffé et déshumidifié, avec couverture isothermique. Saison d'utilisation : 1^{er} janvier au 31 décembre.

Saison d'utilisation	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
Configuration 1												
Configuration 2												
Configuration 3												
Configuration 4												

(*) : Valeurs moyennes, pouvant varier selon les conditions climatiques régionales.