

Optimisation Énergétique dans l'Assainissement

Méthodologie: retour d'expérience
USA / Suisse / Allemagne



Pourquoi optimiser?

- L'énergie consommée par les services d'eaux et d'assainissement représente souvent le premier poste de consommation électrique des collectivités locales.

Evaluer le potentiel d'économie d'énergie tout en maintenant le niveau de service

Exploiter les eaux usées comme une ressource.

Quelle approche méthodologique?

- **Approche programmatique:**
La collectivité locale ou le syndicat des eaux dans son ensemble décide de mettre un programme d'optimisation énergétique en place.
- **Approche ponctuelle** pour un ouvrage ou une partie d'ouvrage.
Le potentiel d'optimisation est évalué indépendamment du reste du système.



Approche Programmatique en 8 étapes

1. **Former une „équipe énergie“** avec des représentants des différentes compétences (réseaux/STEP, opération, management, finances, etc...)
2. **Réaliser un bilan** sur la consommation et la production d'énergie actuelle. Comparaison avec d'autres collectivités.
3. **Effectuer un audit énergétique** de certains ouvrages ou process en identifiant les gains potentiels.
4. **Détermination des objectifs** du programme et d'une vision stratégique à long terme:
Diminution des factures? Diminution de consommation? Production d'énergie? Etre une collectivité innovante ou suivre ce qui se fait déjà? Retour sur investissement à court ou à plus long terme? Objectifs d'emprunte carbone? Objectifs de récupération des nutriments (P= ressource limitée)? ...



Approche Programmatique: „Plan Do Check Act“ selon la vision stratégique

Agir / Réagir

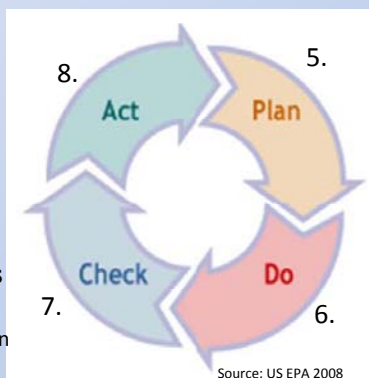
Réévaluer les objectifs du programme.

Leçons apprises de ce cycle?

Communiquer les résultats.

Evaluer l'impact des mesures.

Mesurer la consommation et comparer à „avant“ ainsi qu'aux objectifs fixés.



Planifier des mesures d'économie d'énergie.

Selection des mesures **les plus faciles** pour le premier cycle. Coordonner avec la **gestion patrimoniale** pour saisir les opportunités de renouvellement des équipements.

Implémenter ces mesures.

Planification **détaillée**. Fixer les dates butoires et explorer les différentes solutions de **financement**.



Approche Programmatique en 8 étapes

- Former une „équipe énergie“** avec des représentants des différentes fonctions (réseaux/STEP, opération, management, finances, etc...)
- Réaliser un bilan** sur la consommation et la production d'énergie actuelle. Comparaison avec d'autres collectivités.
- Effectuer un audit énergétique** de certains ouvrages ou process en identifiant les gains potentiels.
- Détermination des objectifs** du programme et d'une vision stratégique à long terme:

Diminution des factures? Diminution de consommation? Production d'énergie? Etre une collectivité innovante ou suivre ce qui se fait déjà? Retour sur investissement à court ou à plus long terme? Objectifs d'emprunte carbone? Objectifs de récupération des nutriments (P= ressource limitée)? ...



Bilan énergétique de la STEP (Etape 2 de l'approche)

- Objectif = savoir comment on se situe.
 - Facilement réalisé en **interne**.
 - Bilan **global** sur la STEP (W/m³ ou kW/EH.a)
 - Bilan sur les **gros postes de consommation** et comparaison à d'autre ouvrages similaires.
Exemple: aération des bassins de traitement, gros postes de relevage, désodorisation...
 - Bilan sur la **production d'énergie**.

Exemple de comparaison de consommation:



Référence Allemagne (sans optimisation)

Poste	%	kW/EH.a STEP > 100 000 EH	W/m ³ STEP > 100 000 EH	STEP audit
Poste de relèvement	15%	5.7	62.5	
Dégrillage	1%	0.2	2.2	
Désablage aéré	5%	1.8	20.1	
Décantation primaire	0%	0.2	2.0	
Biologie boues activées	60%	22.2	244.2	
Décantation secondaire	1%	0.4	4.6	
Traitement des boues (épaississement, digestion mesophile, déshydratation 25%)	13%	4.8	52.7	
Locaux, air comprimé, eau, ...	6%	2	22	
TOTAL STEP	100%	37	410	
Filtration tertiaire filtre a sable avec poste de relèvement	15%	5.6	62	

Référence: moyenne sur les STEP Allemandes sur des données de 1998. „Steigerung der Energieeffizienz“ 2006



Référence Allemagne (sans optimisation)

Poste	%	kW/EH.a STEP > 100 000 EH	W/m ³ STEP > 100 000 EH	STEP audit
Poste de relèvement	15%	5.7	62.5	
Dégrillage	1%	0.2	2.2	
Désablage aéré	5%	1.8	20.1	
Décantation primaire	0%	0.2	2.0	
Biologie boues activées	60%	22.2	244.2	
Décantation secondaire	1%	0.4	4.6	
Traitement des boues (épaississement, digestion mesophile, déshydratation 25%)	13%	4.8	52.7	
Locaux, air comprimé, eau, ...	6%	2	2	
TOTAL STEP	100%	37	410	
Filtration tertiaire filtre a sable avec poste de relèvement	15%	5.6	62	

21 kW/ EH.a 230 W/m³
objectif après optimisation

Référence: moyenne sur les STEP Allemandes sur des données de 1998. „Steigerung der Energieeffizienz“ 2006

Référence Suisse („Energie in der ARA“ 2010)

Poste	%	kW/EH.a STEP > 100 000 EH	W/m ³ STEP > 100 000 EH	STEP audit
Poste de relèvement	9%	1.93	13.9	
Dégrillage	0.4%	0.10	0.7	
Désablage aéré	3%	0.76	5.5	
Décantation primaire	1%	0.15	1.1	
Biologie avec dénitrification totale	77%	17.20	124	
Décantation secondaire	1%	0.22	1.6	
Traitement des boues (epaississement, digestion mesophile, déshydratation 25%)	9%	2.08	15	
TOTAL STEP	100%	22	162	
Filtration tertiaire filtre a sable avec poste de relèvement	+ 14%	3.12	22.5	
Filtration tertiaire +ozonation pour traitement des micropolluants ¹⁾	+ 64%	14	100	

références: 1) Traitement des micropolluants, STEP Vidy, 2011, page 88

L'audit énergétique de la STEP (Etape 3 de l'approche)

- Une fois le premier bilan réalisé en interne, un audit point par point est réalisé pour déterminer les gains potentiels et les coûts associés aux mesures.
- Structuré en trois domaines:
 1. Consommation électrique
 2. Valorisation de l'énergie de la matière organique
 3. Besoins et ressources en énergie thermique

L'audit énergétique de la STEP: 1. Consommation électrique

- Aération
 - Type d'aération /performance des compresseurs
 - Contrôle de l'aération (NH₄) et agencement des aérateurs (zones)
 - Entretien / nettoyage des buses
 - Modification du process:
 - Traitement séparé des décantats des boues par anamox/ Précipitation MAP?
 - Proportion de décantation primaire, âge des boues, concentration ...
- Pompes
 - Type de pompe et roue
 - Fréquence modulable?
 - Point de fonctionnement optimal souvent ou peu atteint?
 - Efficacité du moteur
 - Hauteur de relevage (hauteur d'eau dans la fosse, dimension des conduites, perte de charge...)

L'audit énergétique de la STEP: 2. Valoriser l'énergie de la matière org.

- Fonctionnement du méthaniseur
 - Température
 - Efficacité du mode de mélange du méthaniseur
 - Mode d'injection des boues fraîches (continu/ batch)
 - Concentration dans le méthaniseur
 - Épaississement des boues fraîches
- Valorisation du gaz
 - Efficacité du cogénérateur (~ 35 à 40 % en électricité)
 - Réutilisation de la chaleur
 - Gestion optimale du stockage de gaz en fonction des besoins en chaleur et des heures de pointes de production électrique.
- Modification du process
 - Augmenter le % de boues primaires
 - Installation d'une désintégration des boues
 - Ajout de co-substrat agro-alimentaire



L'audit énergétique de la STEP: 3. Energie thermique.

- Optimiser les besoins thermiques
 - Température du méthaniseur
 - Épaississement des boues fraîches (pour chauffer moins d'eau)
 - Isolation du méthaniseur et des conduites
 - Bâtiments : isolation, ventilation et température
 - Séchage des boues
 - Les sources de chaleur sont-elles utilisées?
 - Combustion du méthane dans un co-générateur (~ 40% chaleur)
 - Combustion des boues dans un incinérateur
 - Pompe à chaleur sur les effluents
 - Energie solaire
- => optimiser la production, le stockage et l'utilisation de la chaleur dans le temps.



L'audit énergétique de la STEP

- Le résultat de l'audit point par point présente la marge de progression énergétique de la STEP et les coûts associés pour les trois domaines:
 1. Consommation électrique
 2. Valorisation de l'énergie de la matière organique
 3. Besoins et ressources en énergie thermique
- Exemple de tableau:



L'audit énergétique de la STEP

Mesures	Gain énergétique	Coût (+/- 30 %)	Retour sur investissement	Impact empreinte carbone	Facilité d'implémentation
1a. Remplacer les compresseurs (aération BB)	X kW/a Y %	xx xxx €	3 ans	- x kg CO ₂ / a	1
2a. Augmenter la concentration méthaniseur	X kW/a Y %	xx xxx €	5 ans	- x kg CO ₂ / a	2
2b. Augmenter la température méthaniseur	X kW/a Y %	0 €	0 ans	- x kg CO ₂ / a	1
3a. Installation d'une pompe à chaleur sur effluent	X kW/a Y %	xx xxx €	5 ans	- x kg CO ₂ / a	2



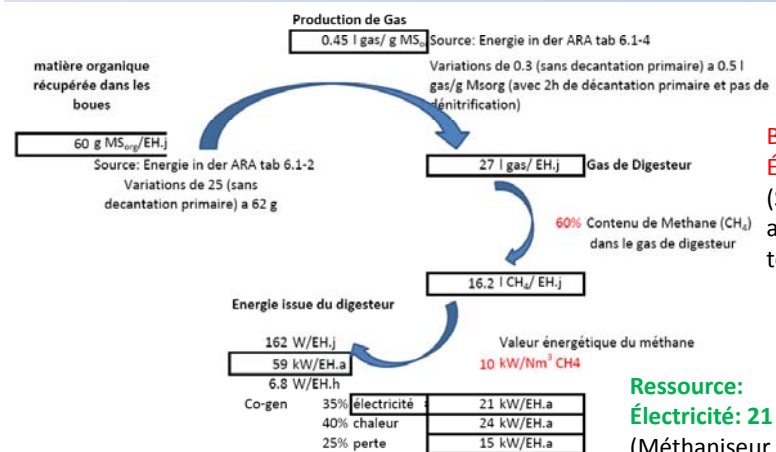
Conclusion

- Même approche pour le réseau (plus simple): optimisation des postes de relevage et évaluation du potentiel thermique pour du chauffage urbain.
- Grâce au tableau bilan, „l'équipe énergie“
 - établi et révisé ses objectifs et sa stratégie
 - décide quelles mesures sont à planifier en détail dans le premier cycle „Plan Do Check Act“



Matière à réflexion...

L'autarcie énergétique de l'assainissement est accessible...



Besoin:
Électricité: 21kW/ EH.a
(STEP optimisée boue activée sans filtration tertiaire)

Ressource:
Électricité: 21 kW/EH.a
(Méthaniseur performant sans co-substrat , décanteur primaire 2h)

