

Breakfast

2017 Année de l'efficacité énergétique à Maurice



27 avril 2017 - Ebène

PARTENAIRES DE BUSINESS MAURITIUS



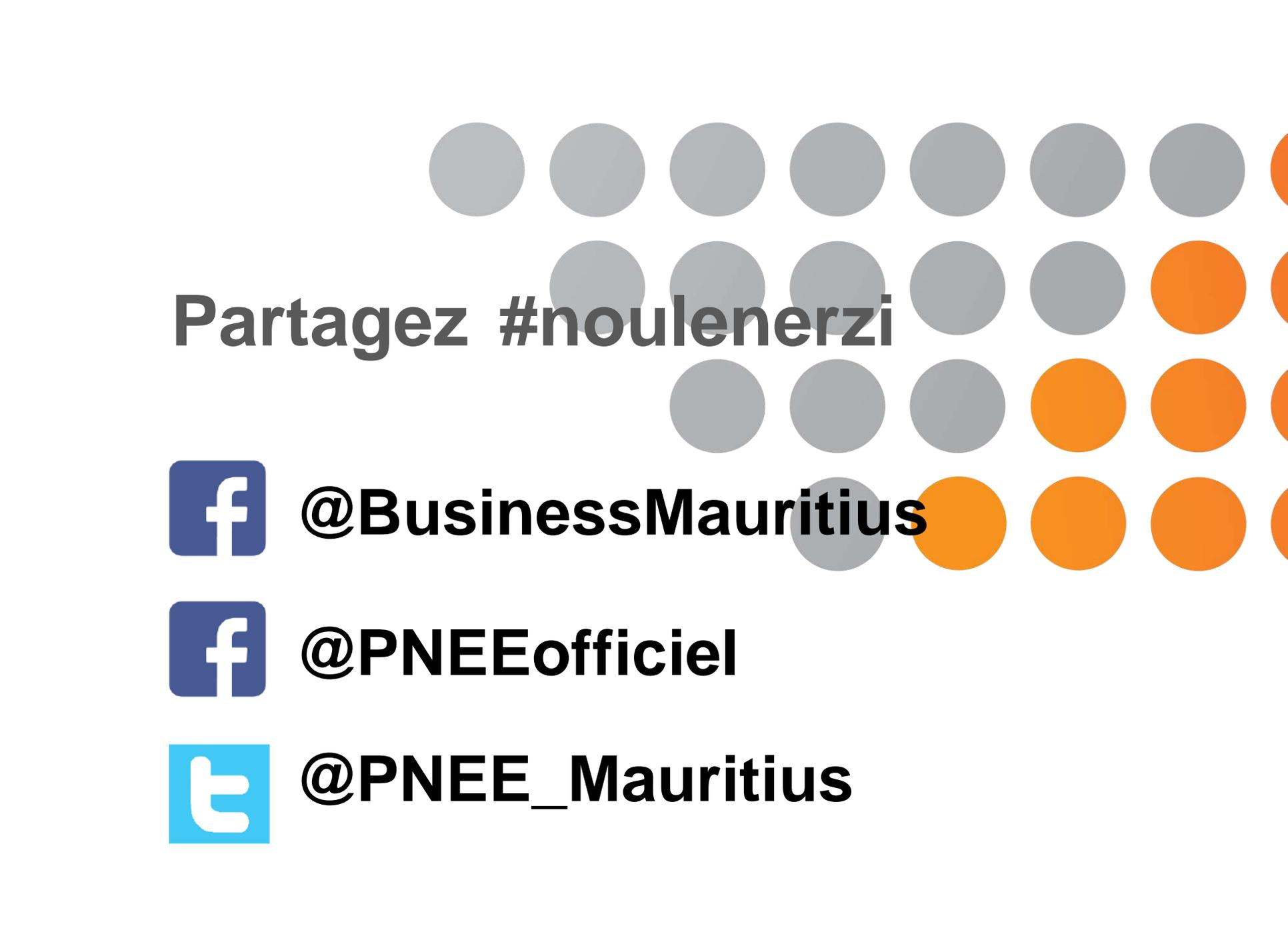
L'efficacité énergétique en entreprise est un pilier de la dynamique de transition énergétique portée par Business Mauritius



Nou lenerzi
Mauritius achieving energy transition

now
lenerzi

Nou lenerzi
Mauritius achieving energy transition



Partagez #noulenerzi



@BusinessMauritius



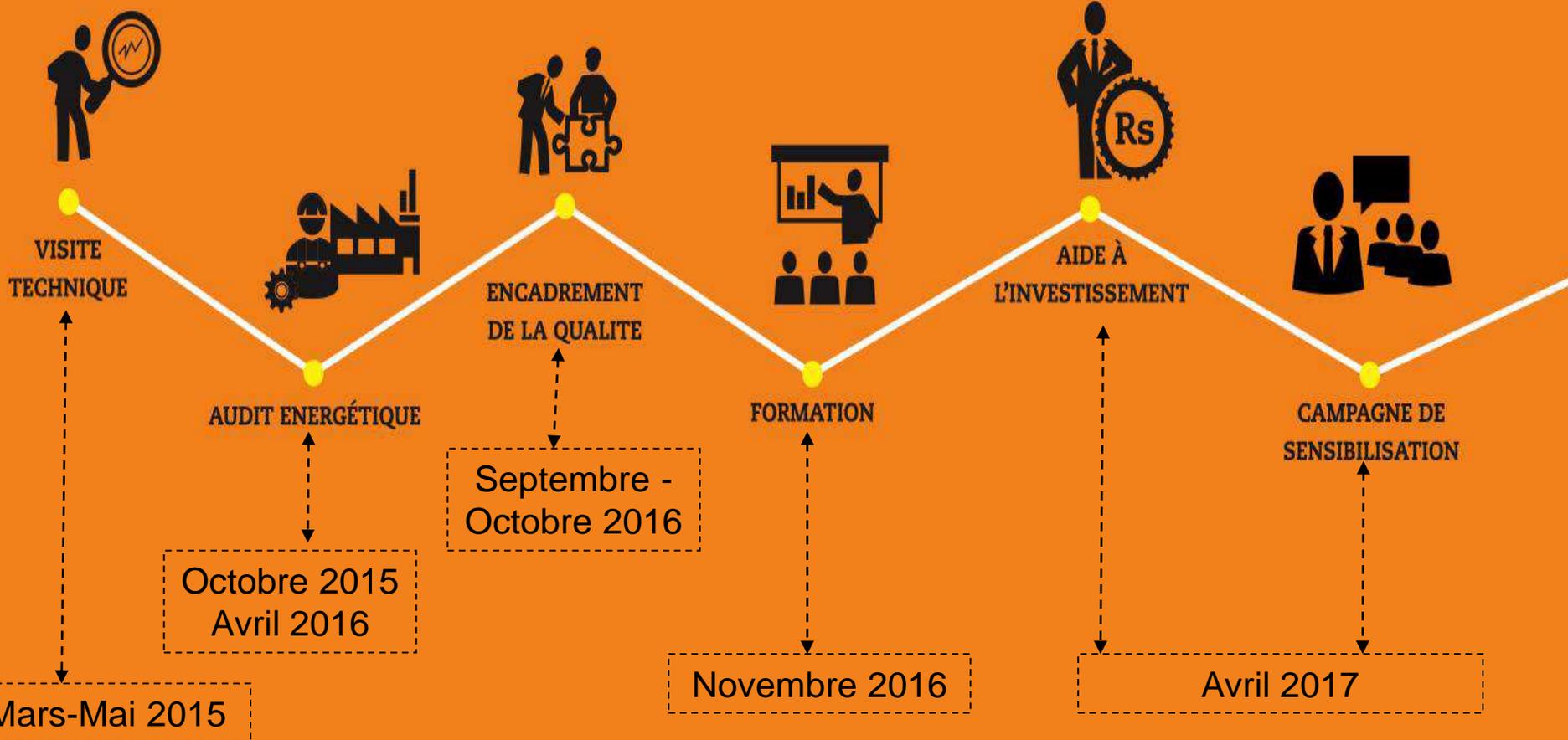
@PNEEofficiel



@PNEE_Mauritius



En marche vers l'efficacité énergétique !





PNEE – First results of audits: Hôtels –groupe 1

- 214 recommendations with Pay Back < 7 years (average 13.4 per audit)
 - Cost of recommendations: from 0 (Quick Wins) to 14 MRs
 - Average size of recommendation: 1.5 MRs
- Energy savings potential from 28% to 50% / average 36%
- Average Energy Savings in 16 sites:

Potential in 16 hotels		
total energy bill	549 331	kRs/year
potentiel energy savings	198 958	kRs/year
	36%	of energy bill
of which Quick Wins (PBP< 6 months)	58 903	kRs/year
	11%	of energy bill
Total investment	318 463	kRs
Average Pay Back Period	1,6	years

PNEE – First results of audits: Hôtels –groupe 1

Examples of recommandations

- **Warning:** estimated potential appears as very high, with a low pay back. However, a large part of potential is already identified by the companies, but they may be reluctant or hesitating implementing them because they give priority to the clients satisfaction:
 - Air conditioning could be stopped in the rooms when the clients are outside
 - Temperature set point in the rooms could be increased (some clients use AC till 16°C!)
 - Cooking equipment in kitchens could be stopped
 - Other typical recommandations:
 - Increasing energy efficiency of cooling systems (EER – COP)
 - Producing hot water by heat recovery on cooling systems in case of centralised chillers, or by solar systems
 - Automatic control of motors including Variable Speed Drive:
 - Chilled water pumps
 - Filtering pumps in swimming pools
 - Extractors and fans in kitchens
-

PNEE – First results of audits: Hôtels –groupe 1

- Other benefits of the audits for the companies:
 - Reports provide detailed energy balances
 - Even for recommendations that companies have already identified, audits are useful since they provide figures. Managers may evaluate the stakes and decide to correct those wastages, including automatic control but also awareness increasing of the clients and workers (cookers, cleaning and housekeeping, etc)
 - Energy management improved: a key for the future
 - Other recommendations that may have a low energy impact:
 - Maintenance, increasing lifetime of equipment
 - Safety (electric boards, etc)
 - Compliance with regulations, refrigerants management
 - Recommendations for future projects (extension, renovation, etc)
 - Validation of technical options
-



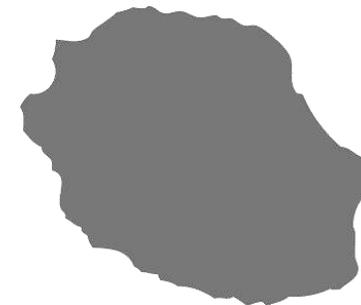
PNEE HÔTELIER

Breakfast

27 avril 2017



Membres du groupement



Mandataire du groupement

Bureau d'études en
maitrise de l'énergie

Bureau d'études en
génie électrique et
climatique

Bureau d'études
multidisciplinaire

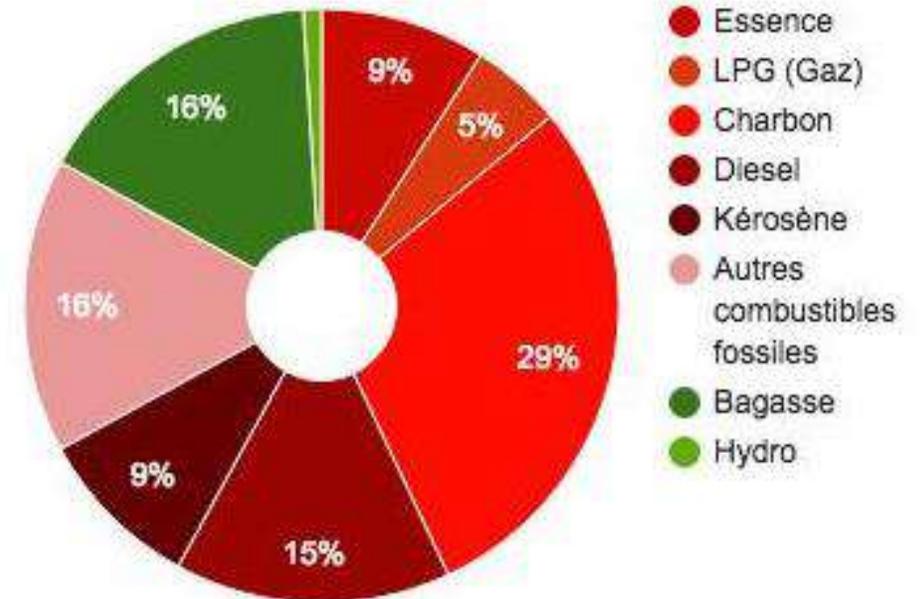
Entreprise spécialisée
en management de
l'énergie

INTRODUCTION

Contexte hôtelier à Maurice,
efficacité énergétique

Contexte énergétique mauricien

- Demande en électricité croissante (3 à 4% d'augmentation par an sur la dernière décennie)
- Forte dépendance de l'énergie à l'importation de produits pétroliers
- Mix énergétique :
 - 80% d'énergies fossiles (charbon, diesel, essence, gaz)
 - 20% d'énergies renouvelables (hydraulique, bagasse)

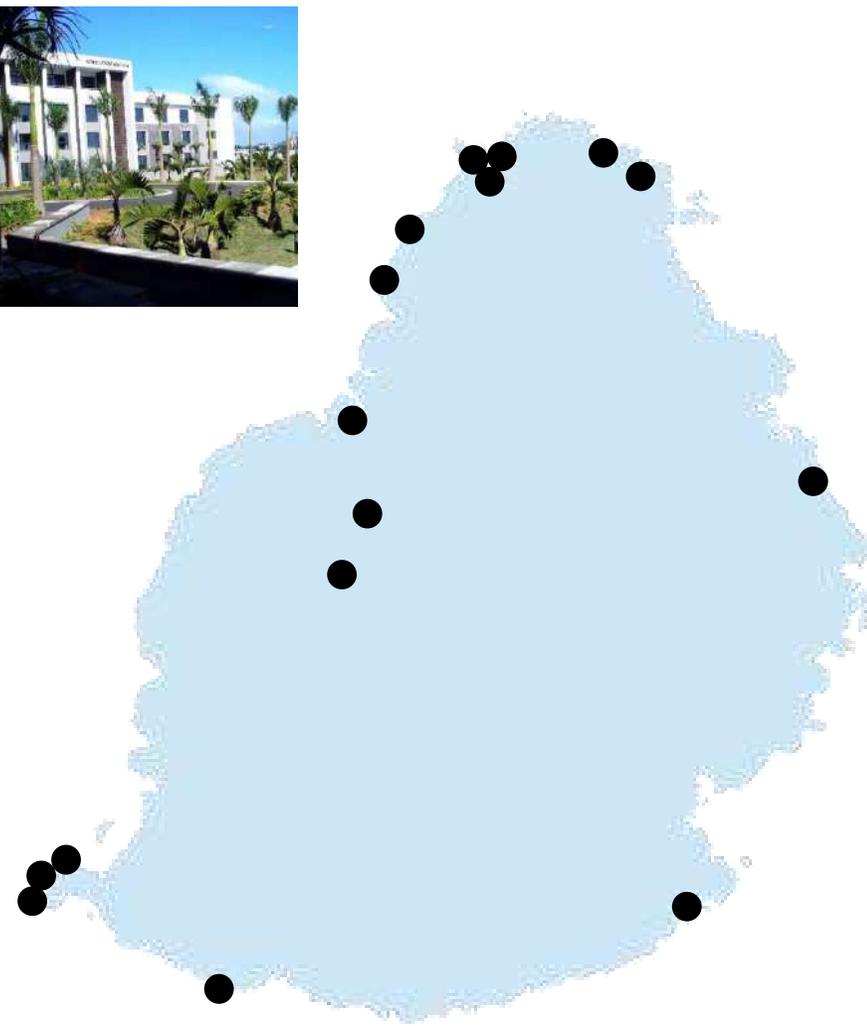


Tourisme à l'île Maurice

- Deuxième pilier de l'économie mauricienne
- 1,2 millions de visiteurs en 2015
- Objectif de 2 millions de visiteurs en 2025



Audits énergétiques de 16 hôtels



Pourquoi manager l'énergie ?

Efficience

=

Performance

x

utilisation

Enveloppe
Environnement
Equipements
Outils de pilotage

Usages
Exploitation
Comportements
Organisation

20%

80%

MÉTHODE DE L'AUDIT ÉNERGÉTIQUE

Phases de l'audit énergétique



A

- Pré-visite sur site

U

- Collecte des données, instrumentation et relevés sur site (3 à 6 jours)

D

- Modélisation et analyse énergétique des systèmes

I

- Plan d'actions de maîtrise de l'énergie

T

- Rédaction du rapport et restitution des résultats

Mesures de puissances électriques



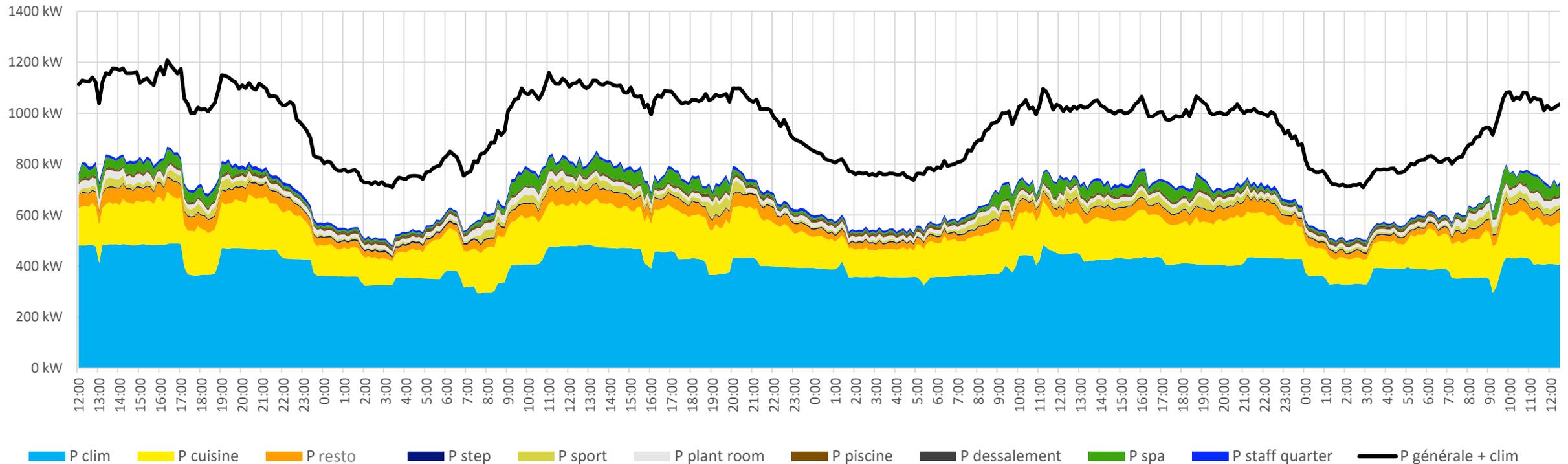
Mesures sur le **départ général**
(analyseur de réseau)



Mesures sur les **principaux usages**
(pinces ampèremétriques)

- Pas de temps de mesures : **10 minutes**
- Durée de mesure : **minimum 24 heures**

Exemple de mesures électriques



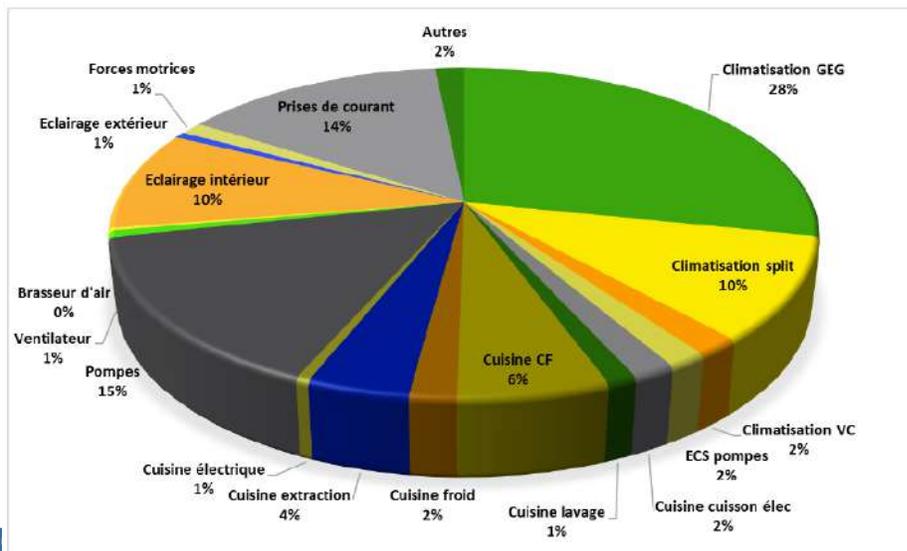
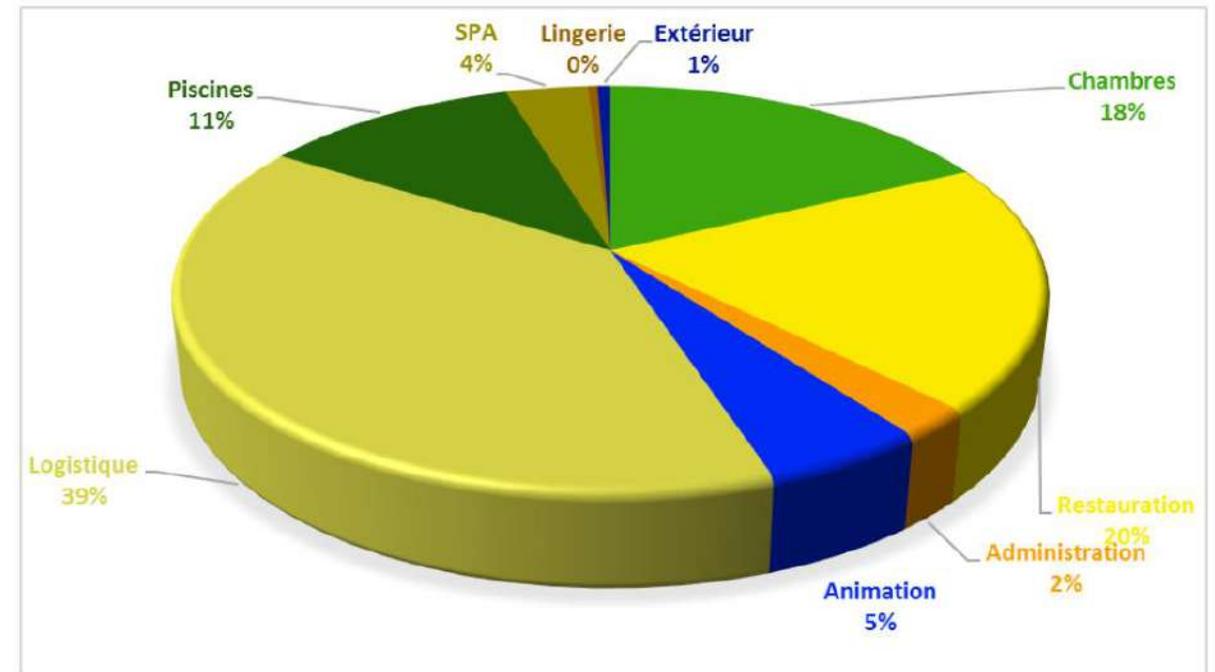
Puissance maximale atteinte : **1 209 kW**

Consommation journalière mesurée : **22 526 kWh**

Comparaison avec une journée de mars 2015 : **21 389 kWh**

Reconstitution du bilan énergétique annuel

Secteur	Puissance (kW)	Horaires de fonctionnement	Total (MWh/an)	% prp conso secteur
Logistique				
Climatisation GEG	388,0 kW	24h/24h	1 275	71%
Climatisation split	32,9 kW	24h/24h	130	7%
Climatisation pompes	124,0 kW	24h/24h	114	6%
ECS pompes	9,5 kW	24h/24	53	3%
Pompes	93,0 kW	24h/24	204	11%
Eclairage intérieur	3,2 kW	12h/j	7	0%
Prises de courant	3,5 kW	8h-18h	3	0%
Autres	6,0 kW	12h/j	13	1%
Total	1 840 kW		1 798 MWh/an	

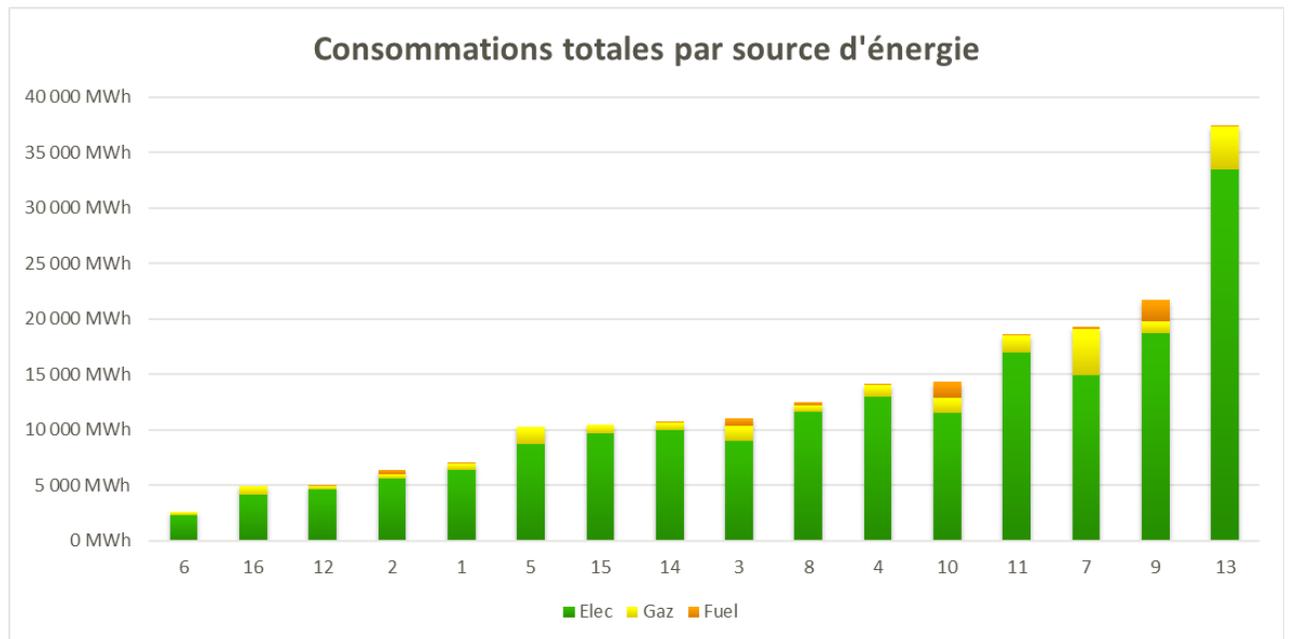
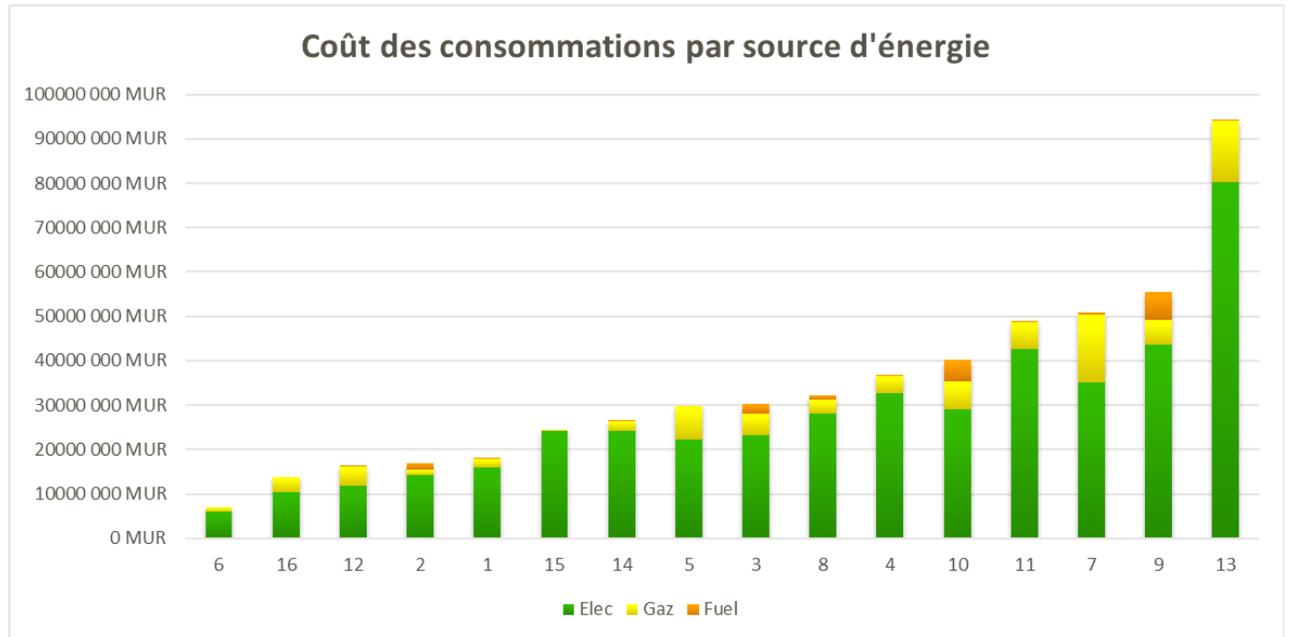
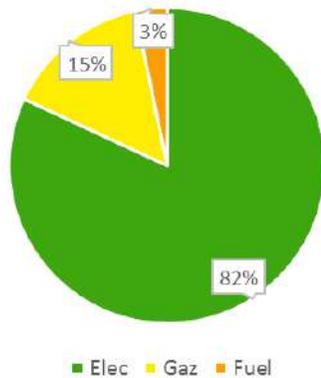


SOURCES D'ÉNERGIE

Sources d'énergie

- Coût total des consommations :
 - De 7 054 904 MUR à 94 302 793 MUR
- Consommations totales en énergie primaire :
 - De 2 567 MWh à 37 433 MWh

Répartition des coûts par sources de consommations



Comparaison des sources d'énergie

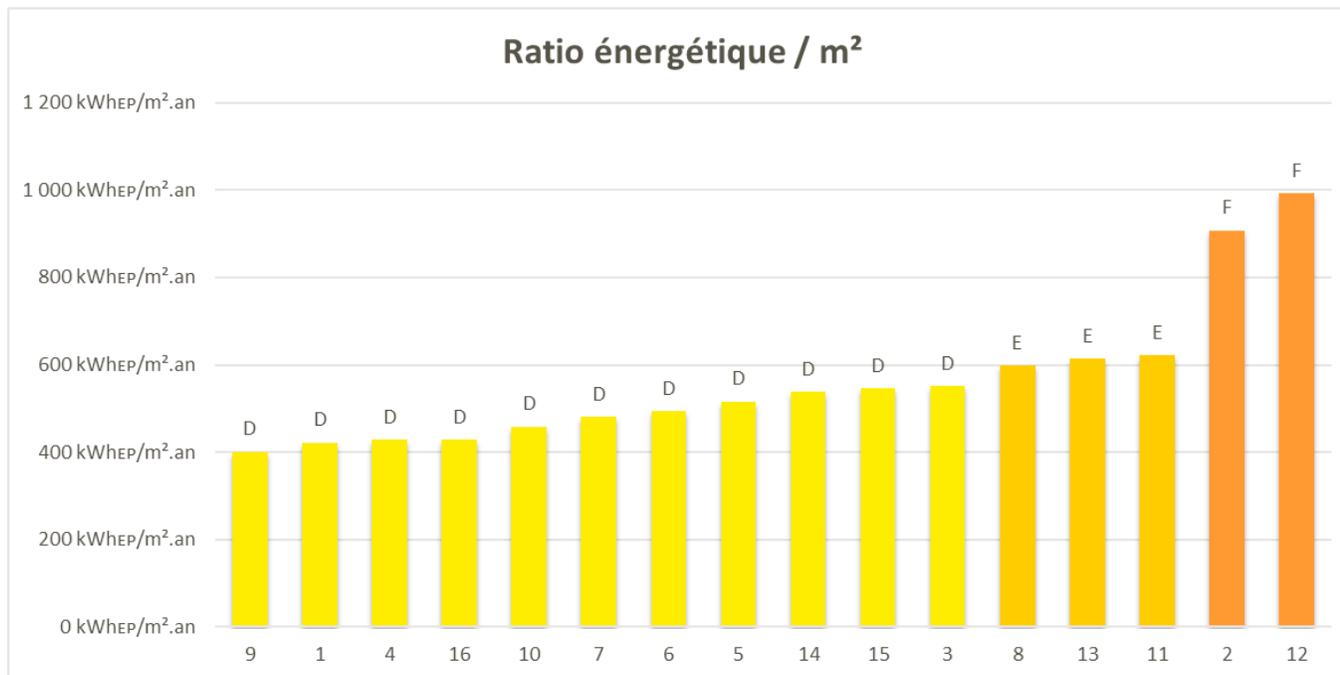
	Electricité 	Gaz 	Fuel 
PCI		12,79 kWh/kg	11,86 kWh/kg
Prix 	De 6,1 à 6,7 MUR/kWh Moyenne : 6,5 MUR/kWh	61 MUR/kg Soit 4,77 MUR/kWh	35 MUR/L Soit 3,45 MUR/kWh
Pour 1 roupie 	0,15 kWh	0,21 kWh	0,29 kWh
Emissions de  CO₂	816 g CO₂/kWh	233 g CO₂/kWh	268 g CO₂/kWh
Conversion EP/EF	2,6		

RATIO ÉNERGÉTIQUE ET RATIO CLIMAT

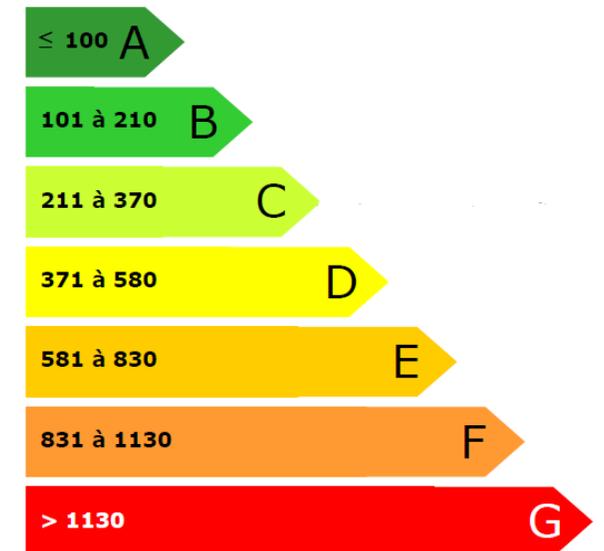
Synthèse des 16 hôtels audités

Étiquette énergie

- Il n'existe pas d'étiquette énergie adaptée à l'île Maurice
- L'étiquette énergie est celle du DPE (diagnostic de performance énergétique) française pour les bâtiments à occupation continue (hôpitaux, hôtels...)
- Permet de catégoriser les hôtels en kWh d'énergie primaire par m²



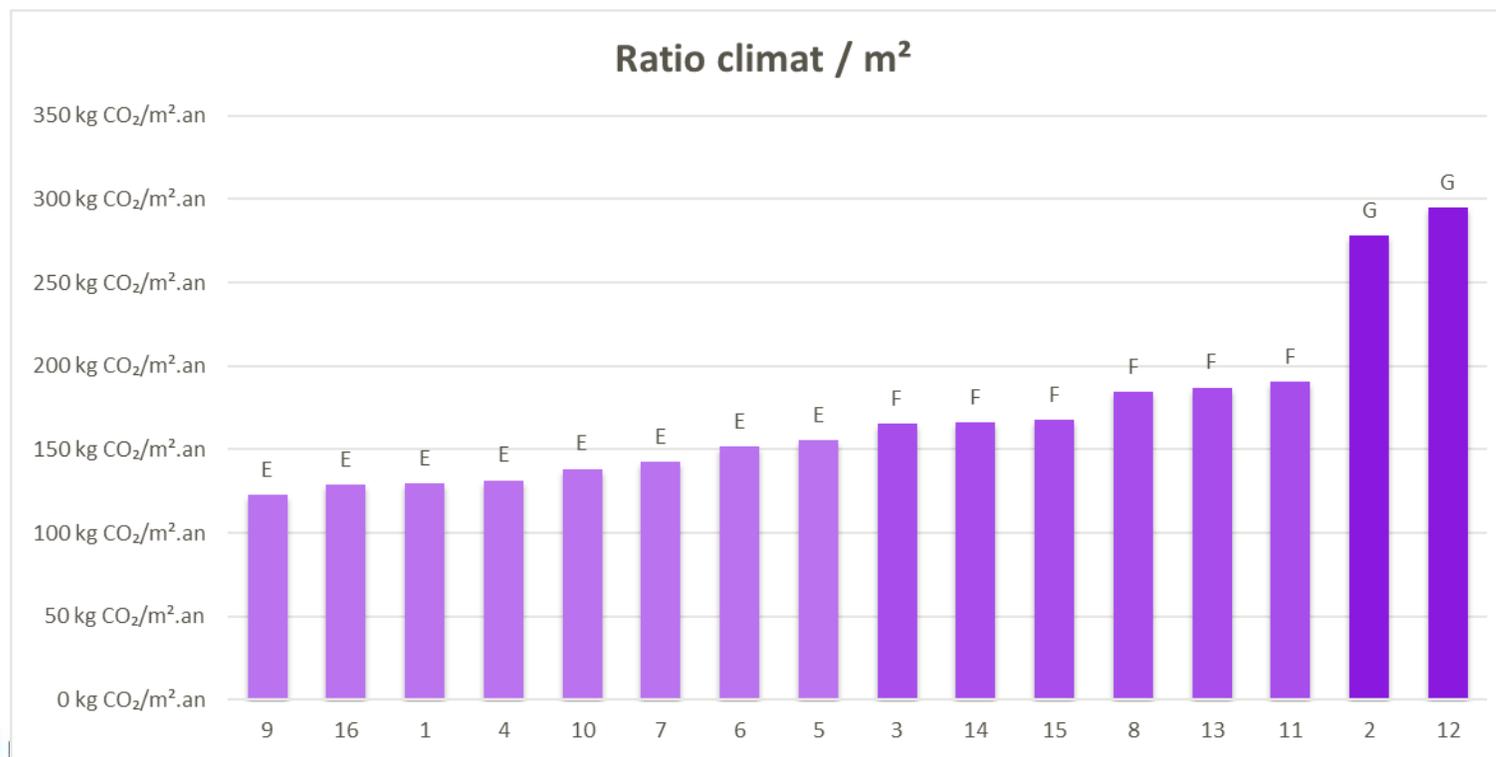
Bâtiment économe



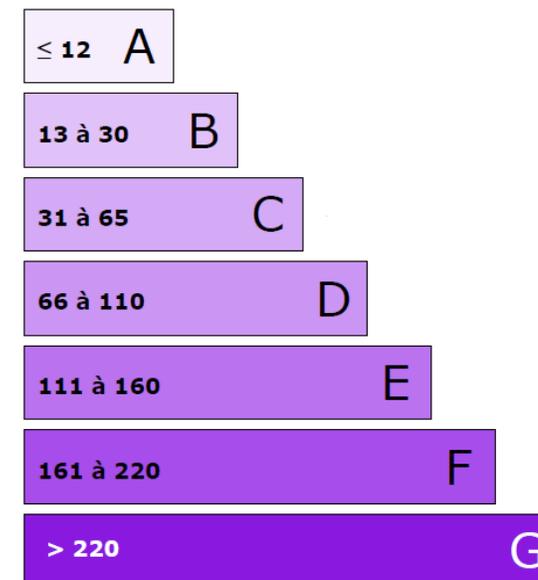
Bâtiment énergivore

Etiquette climat

- L'étiquette climat catégorise les hôtels en fonction de leurs émissions de CO₂ par m²



Faible émission de GES



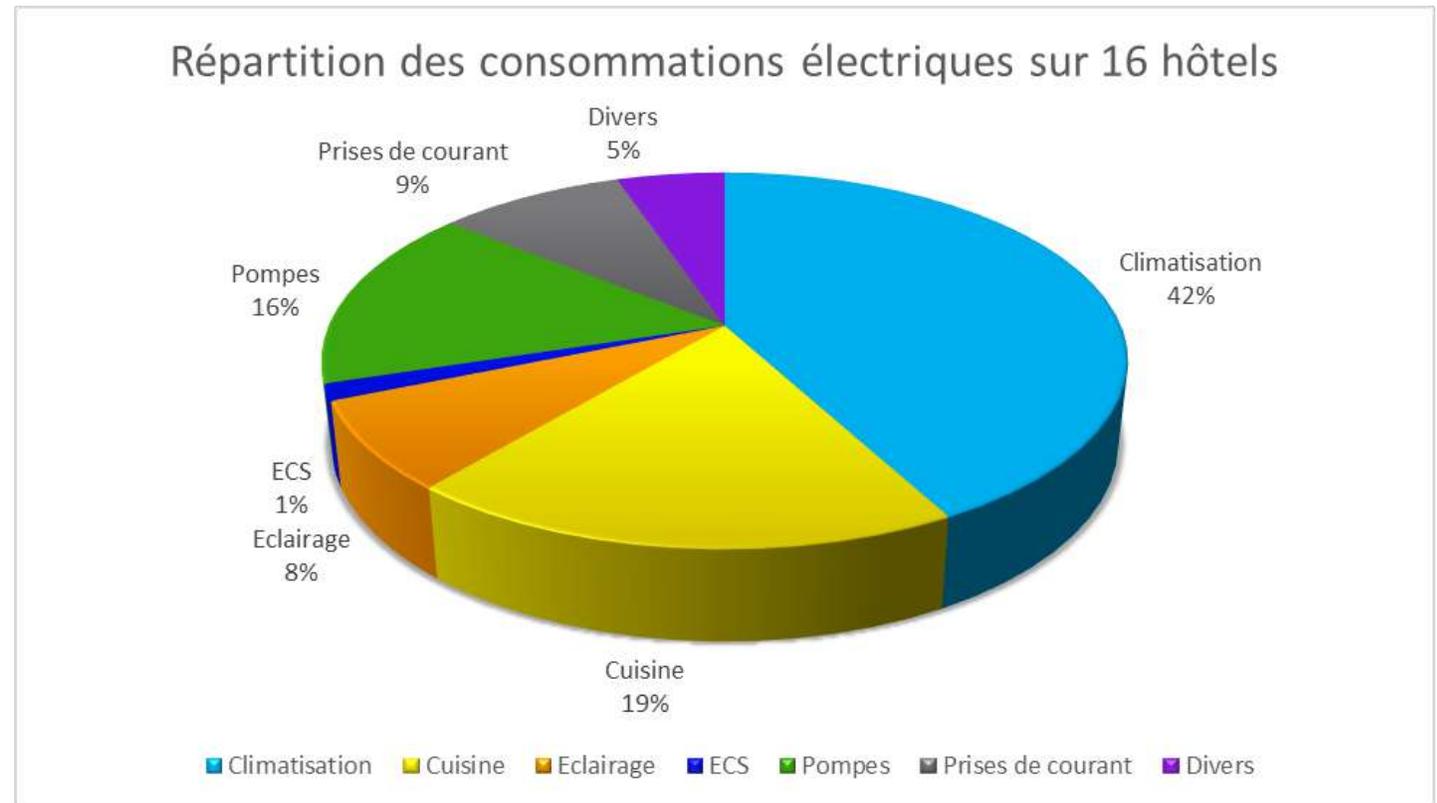
Forte émission de GES

RÉPARTITION DES CONSOMMATIONS ÉLECTRIQUES PAR USAGE

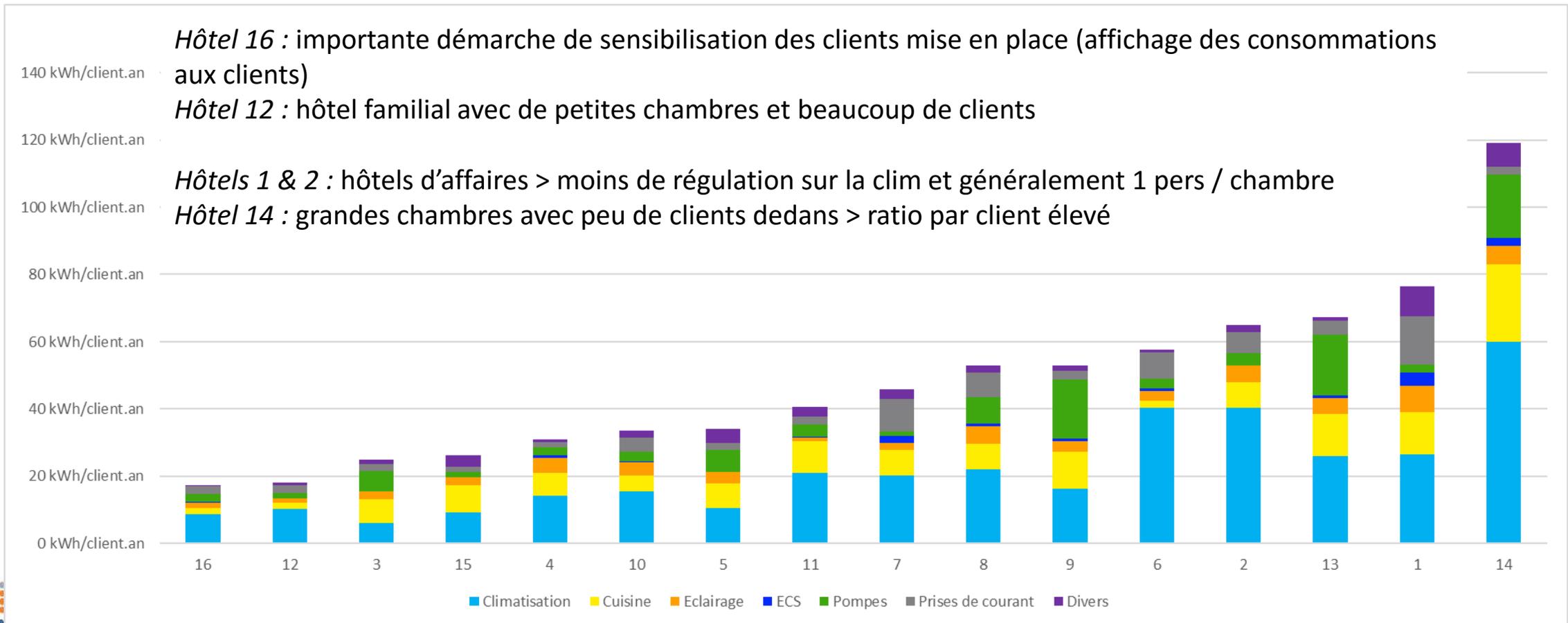
Synthèse des 16 hôtels audités

Répartition des consommations électriques par usage

- Climatisation : 42% des consommations électriques en moyenne
- Cuisines : 19% en moyenne
- Pompes : 16% en moyenne (très variable en fonction de la présence ou non de STEP et de station de dessalement)



Répartition des consommations électriques par client par usage





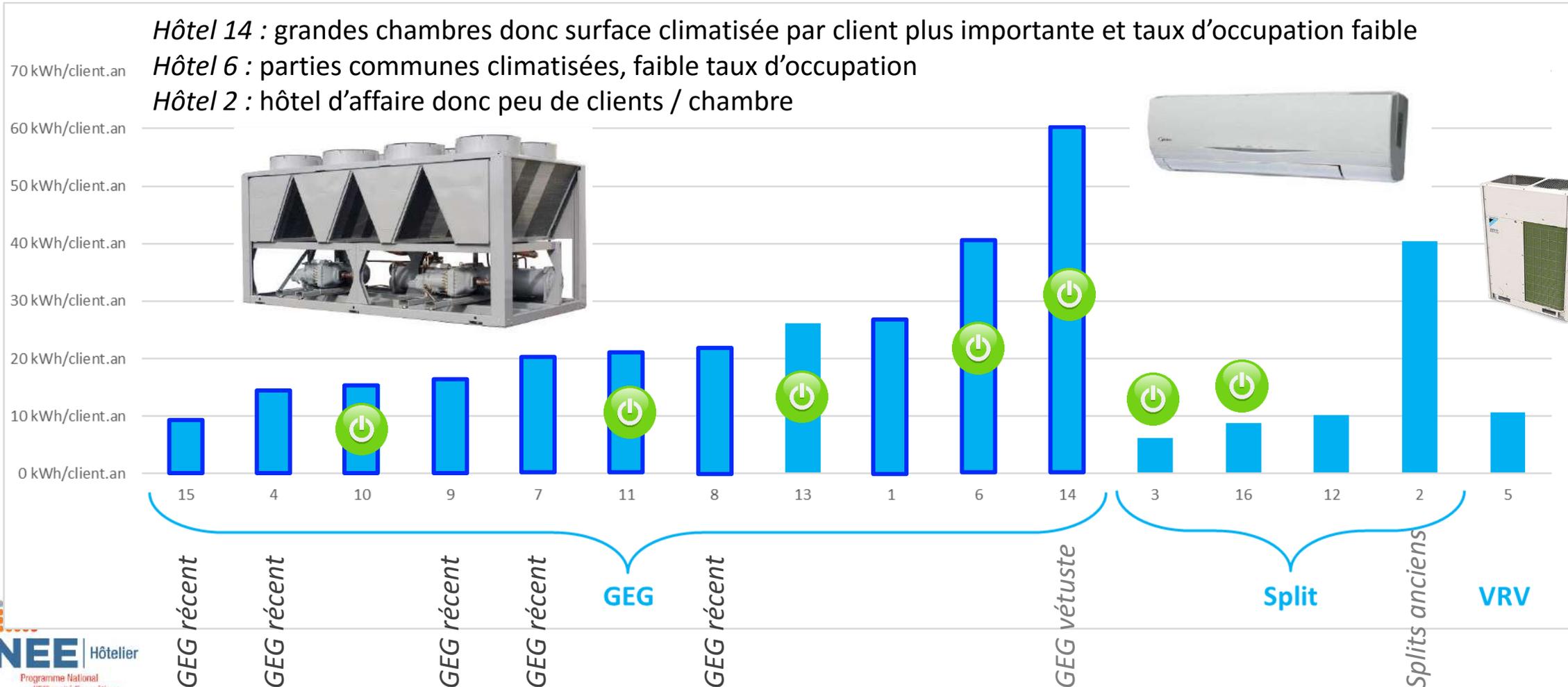
Focus : climatisation kWh/client



Récup sur GEG



Gestion de la clim dans les chambres (keytag ou détection)



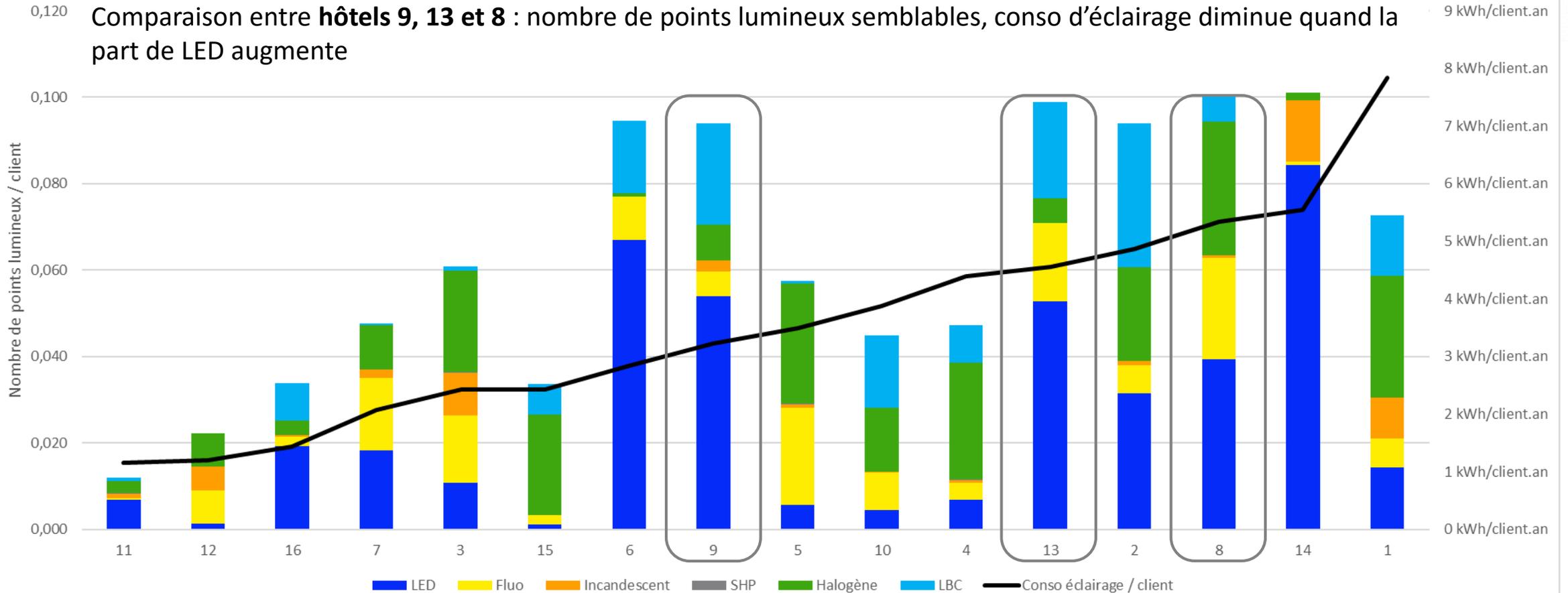


Focus : éclairage nombre de points lumineux et consommation d'éclairage par client



Hôtel 8, 9 & 13 : hôtels de standing => beaucoup de points lumineux

Comparaison entre **hôtels 9, 13 et 8** : nombre de points lumineux semblables, conso d'éclairage diminue quand la part de LED augmente





Remplacement des luminaires

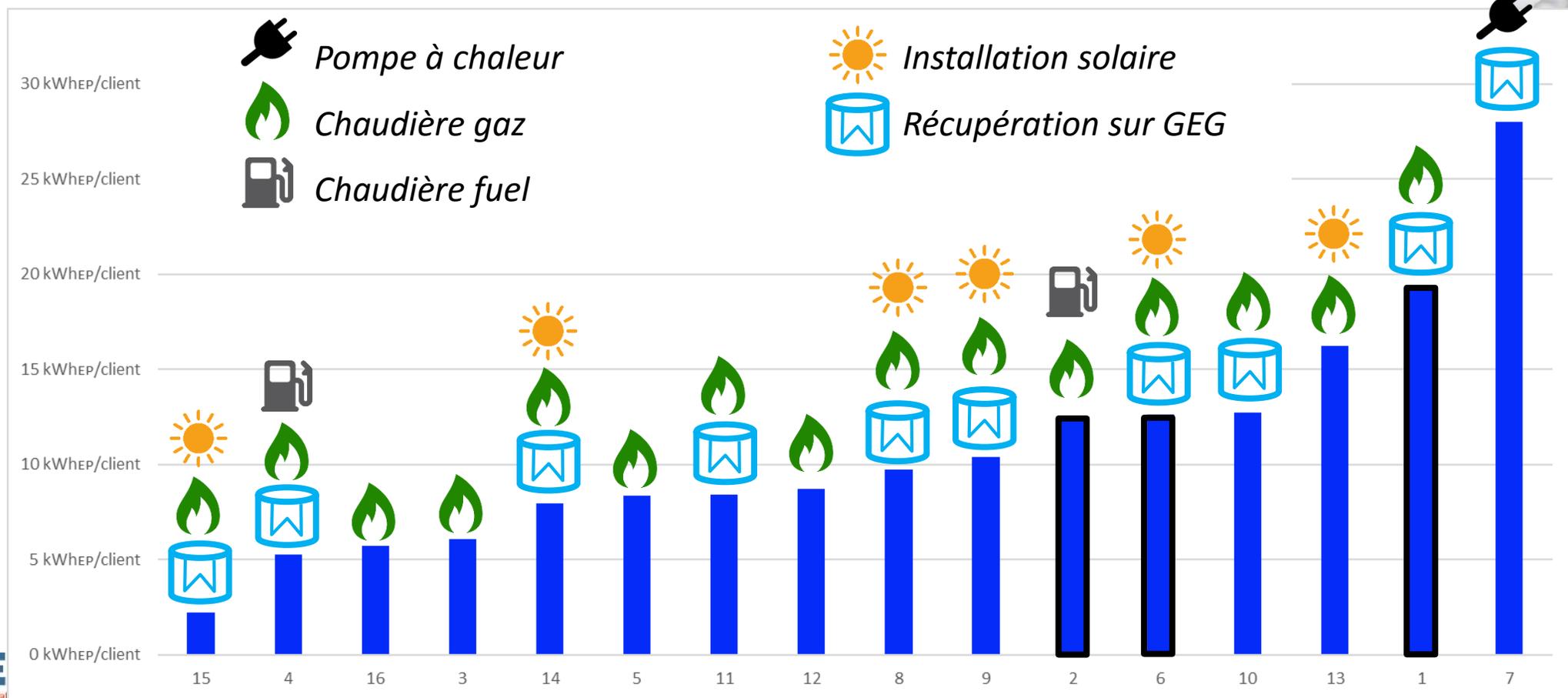
- Mesure mise en place dans la plupart des hôtels
- Attention au choix des luminaires (en particulier sur les LED)
- Diminution de **1 à 7%** de la facture d'électricité
- Temps de retour sur investissement de **1 à 3 ans**





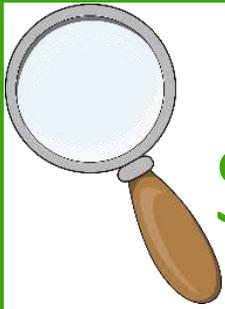
Focus : production d'eau chaude kWh_{EP}/client

□ Hôtels d'affaire



MESURES GÉNÉRALES

SENSIBILISATION DU PERSONNEL ET DES CLIENTS



Sensibilisation du personnel

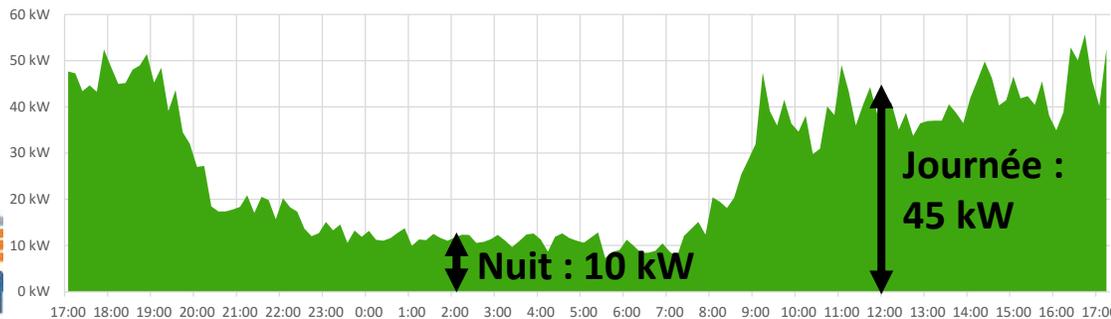


Exemple d'un hôtel :

- Les surconsommations liées aux climatiseurs et ordinateurs laissés allumés la nuit dans l'administration, le spa, le centre sportif représentent **1% de la facture d'énergie**
- Les surconsommations liées aux équipements de cuisine allumés plusieurs heures avant le service représentent **2% de la facture d'énergie**

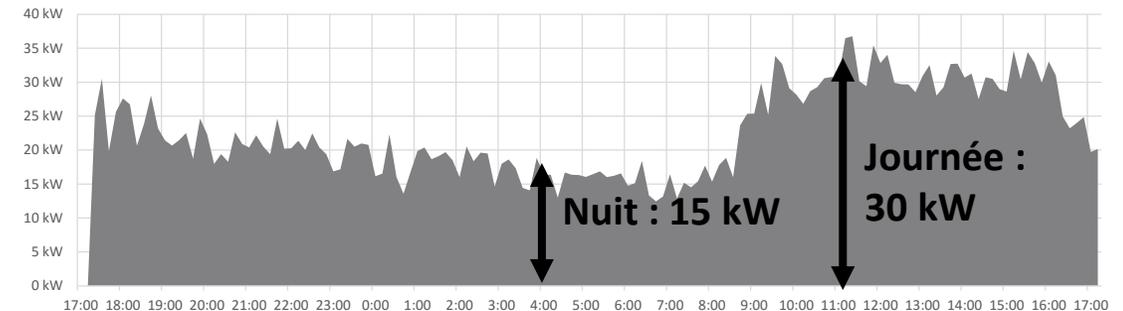
Spa	Puissance (kW)
Eclairage intérieur	5,2 kW
Prises de courant	5,3 kW
Climatisation	427,1 kW
Autres (sauna, hammam, jacuzzi)	27,7 kW
Pompes	2,5 kW
Total	68 kW

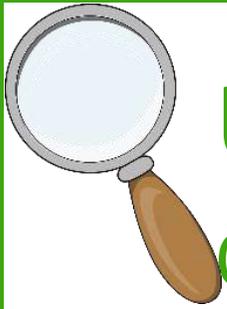
Puissance appelée par le spa



Administration	Puissance (kW)
Eclairage intérieur	3,1 kW
Prises de courant	8,0 kW
Climatisation	40,0 kW
Total	51 kW

Puissance appelée par l'administration



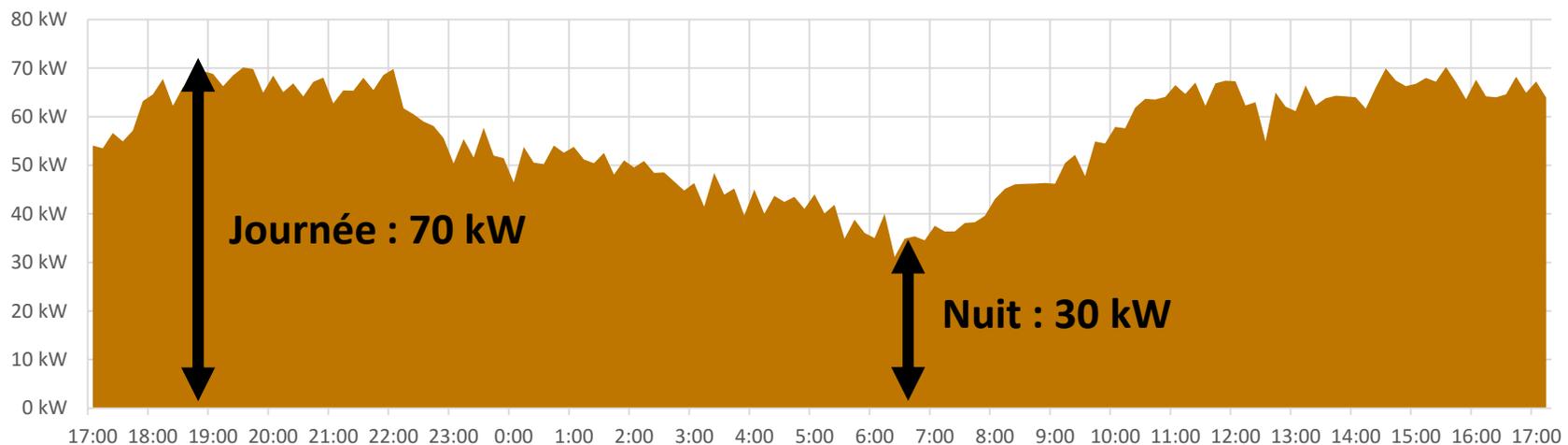


Utilisation de l'électricité dans les chambres



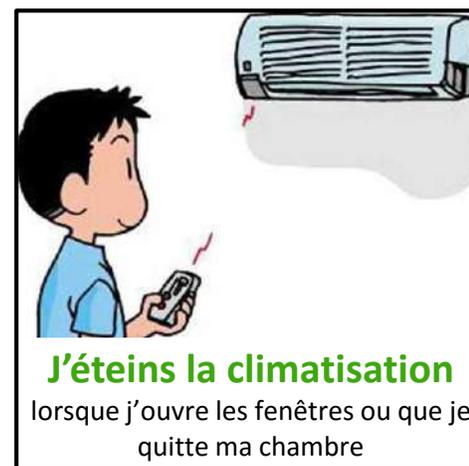
- Puissance installée : environ **3 kW/chambre** dont 2 kW pour la climatisation
- 5 blocs de 4 à 6 chambres soit 60 à 90 kW de puissance installée totale
- En journée, puissance appelée : **70 kW** - la nuit, puissance appelée : **30 kW**
- Au vu du profil de la courbe et des investigations menées sur l'hôtel, il semble que la climatisation fonctionne toute la journée pour un grand nombre de chambres, qu'elles soient occupées ou non

Puissance appelée par 5 blocs de chambres

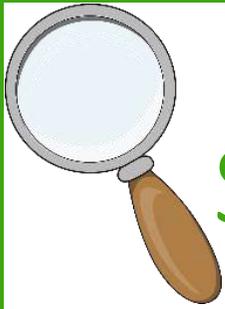


Sensibilisation des clients

- Communication auprès des clients **sur les efforts de l'hôtel en matière de protection de l'environnement**
- Faire passer le message sans être moralisateur
- Contribution des clients à **limiter la consommation de l'énergie et de l'eau** dans les chambres



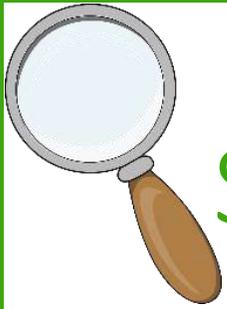
SUIVI DES CONSOMMATIONS ET ALERTES SUR LES DÉRIVES



Suivi des consommations déjà mis en place

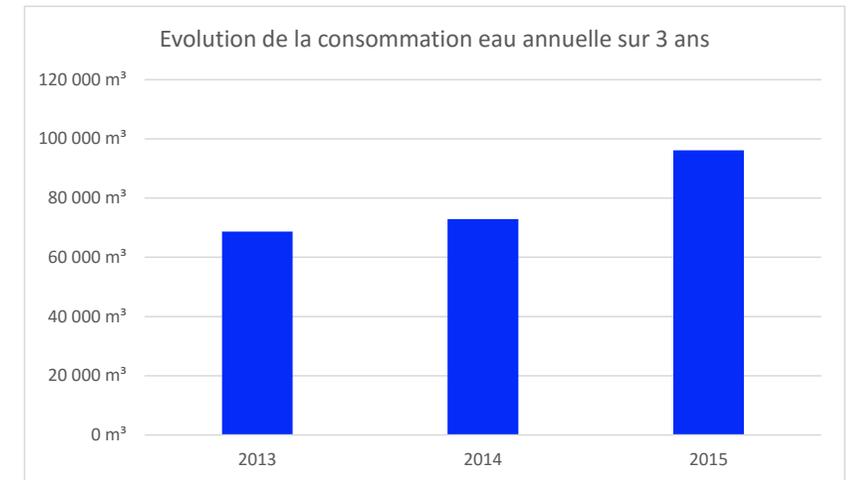
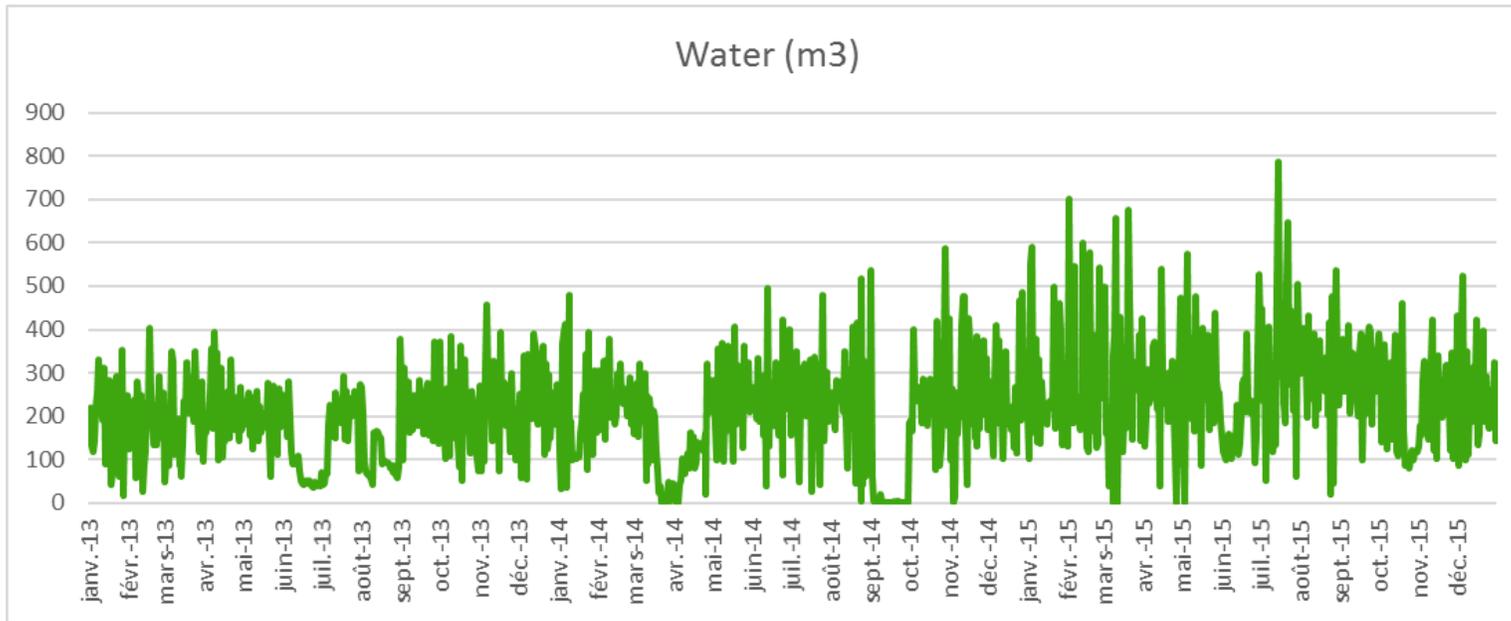
- Suivi déjà mis en place dans la plupart des hôtels sous forme de relevés manuels quotidiens consignés dans des tableurs Excel généralement
 - Ratios « *cost / guest night* » et « *cost / room night* » sont généralement calculés
 - Généralement pas d'autres ratios calculés

Date	Electricity			Water			Gas			Total cost	Total cost/gn
	Unit consumed kwh	KWh/ gn	Cost (Rs)	Unit consumed m ³	M ³ /gn	Cost (Rs)	Consumption kg	kg /gn	Cost (Rs)		
1	9 000	31	60 300,00	211	0,73	7 176,11	402	1,40	24 522,00	91 998,11	319,44
2	9445	34	63 281,50	284	1,03	9 658,84	335	1,21	20 435,00	93 375,34	338,32
3	8835	33	59 194,50	210	0,79	7 142,10	402	1,51	24 522,00	90 858,60	341,57
4	9221	34	61 780,70	183	0,68	6 223,83	265	0,98	16 165,00	84 169,53	311,74
5	10400	38	69 680,00	193	0,70	6 563,93	285	1,03	17 385,00	93 628,93	338,01
6	8986	31	60 206,20	165	0,57	5 611,65	402	1,40	24 522,00	90 339,85	313,68
7	8561	29	57 358,70	178	0,61	6 053,78	335	1,15	20 435,00	83 847,48	288,14



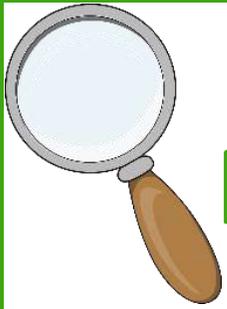
Suivi des consommations déjà mis en place

- Fiabilité du suivi manuel quotidien

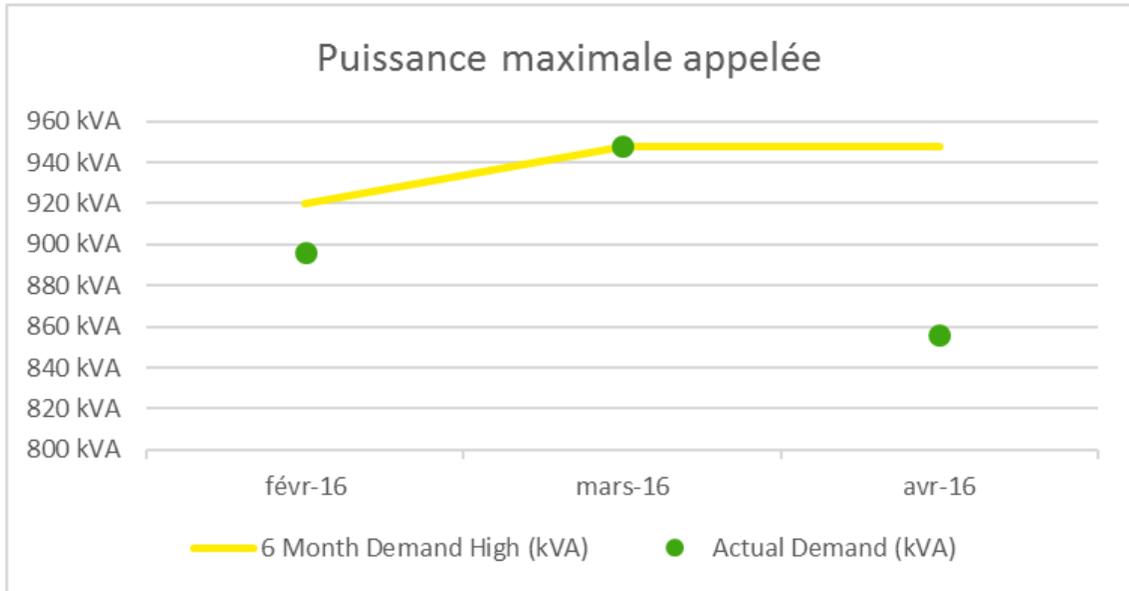


Relevés quotidiens manuels très variables d'un jour sur l'autre

OPTIMISEUR DE RÉSEAU



Puissance maximale atteinte



- Facturée sur la puissance maximale atteinte sur les 6 derniers mois : **186 Rs / kVA**
 - Exemple : passage entre février et mars 2016 de 920 kVA à 948 kVA
- => Représente une augmentation du coût de la part fixe de **5 200 Rs / mois**

Optimiseur de réseau

- Mise en place d'un optimiseur de réseau
- Evite la simultanéité du fonctionnement de l'ensemble des équipements
- Nota : L'optimiseur de réseau peut assurer la fonction de superviseur pour le suivi des consommations énergétiques
- Diminution de 0,1% de la facture d'électricité (sans le système de suivi énergétique)
=> 10% si l'optimiseur permet également le suivi énergétique
- Temps de retour sur investissement de **> 30 ans** sans le suivi énergétique
1 an avec le suivi énergétique



MESURES SUR LA CLIMATISATION



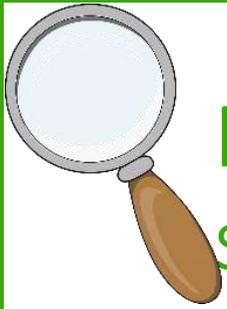
Système de gestion de la climatisation des chambres

- Système permettant la gestion de la climatisation dans les chambres
 - Mode économe lorsque le client quitte sa chambre (réduction de la vitesse de soufflage et augmentation de la température de consigne)



- Diminution de **1 à 7%** de la facture d'électricité
- Temps de retour sur investissement de **1 à 3 ans**





Mise en œuvre de brasseurs d'air ou communication sur leur utilisation dans les chambres

- Certains hôtels sont équipés de brasseurs d'air dans les chambres
- Au vu des températures de consigne relevés sur les climatiseurs (20°C voire moins), ceux-ci ne sont pas utilisés avec la climatisation





Mise en œuvre de brasseurs d'air ou communication sur leur utilisation dans les chambres

- L'usage d'un brasseur d'air permet de diminuer la température ressentie d'environ 4°C et donc d'augmenter la température de consigne des climatiseurs (de 20 à 24 ou 26°C)
- Le brasseur d'air a une consommation très faible comparé à la climatisation (environ 40 fois moins) et chaque degré sur la température de consigne de la climatisation permet des économies d'énergie (de 4 à 10% de la consommation du climatiseur par degré de plus sur la température de consigne)
- Diminution de **1 à 7%** de la facture d'électricité
- Temps de retour sur investissement de **1 à 3 ans**





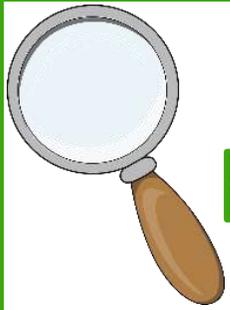
Recommandations sur le choix des brasseurs d'air

- Critères à vérifier :
 - Moteur garanti à vie
 - Commande manuelle individuelle avec 3 niveaux de vitesse
 - Pâle en bois, résine ou matière plastique, éviter le métal (risque de rouille)
 - Angle d'attaque des pâles : 10° minimum
 - Hauteur minimale de mise en œuvre recommandée : 2,3 m sous pâles
 - Distance minimale entre les pâles et le plafond : 30 cm
 - 1 brasseur d'air pour 10 à 15 m²
- Nota : La technologie de moteur à courant continu permet de diviser par 2 à 5 fois la consommation de ces équipements par rapport aux technologies classiques



MESURES SUR LES CUISINES

EXTRACTION DES CUISINES



Extraction des cuisines



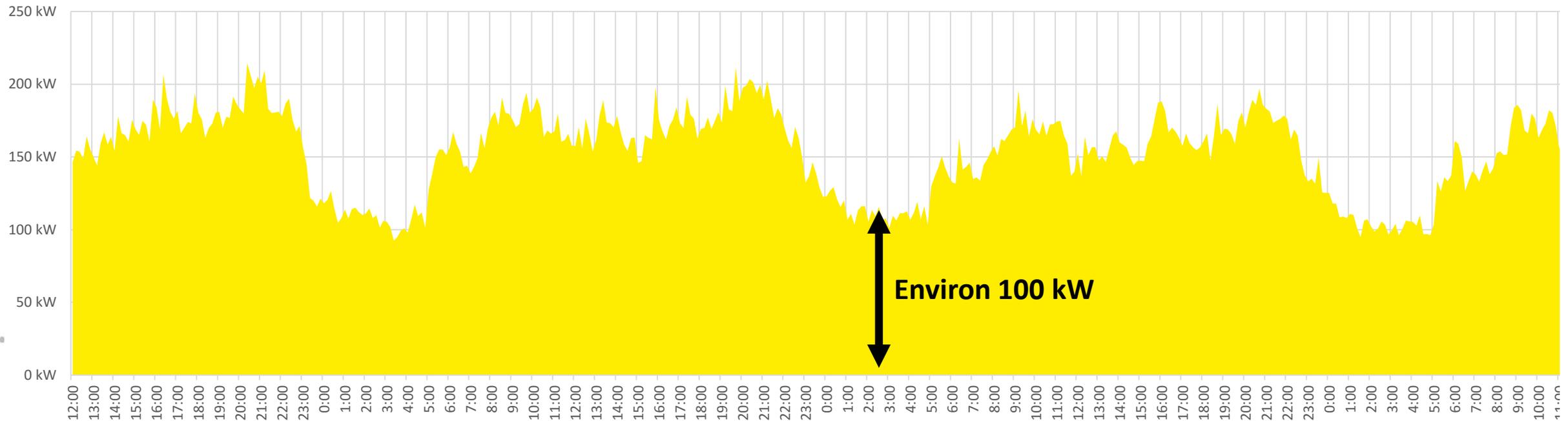
- Les systèmes d'extraction des cuisines représentent de 1 à 7% de la puissance installée des cuisines et **en moyenne 4% de la puissance installée des cuisines**
- Fonctionnement souvent 24h/24
- Part de la consommation : de 3 à 21% et **en moyenne 12% de la consommation des cuisines**



Puissance appelée par une cuisine principale (350 couverts)



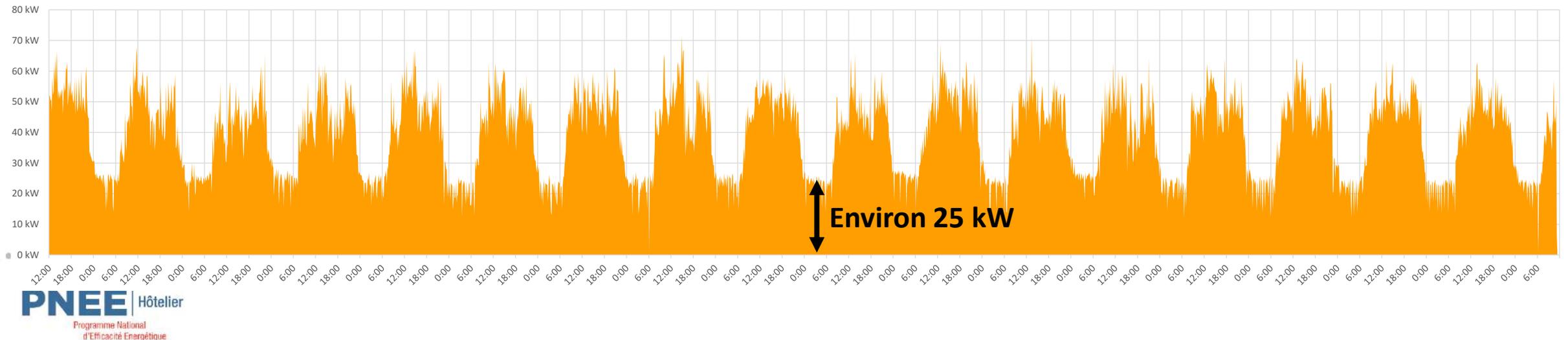
- Puissance appelée de 86 à 215 kW - pendant la nuit : **autour de 100 kW**
- Puissance installée des équipements fonctionnant en permanence (chambres froides, réfrigérateurs, congélateurs...) : 70 kW
- Puissance installée des extracteurs : 30 kW => restent certainement allumés en continu



Puissance appelée par une cuisine de plage (60 couverts)



- En journée, puissance appelée de 50 à 60 kW
- La nuit, talon de **25 kW**
- Puissance des équipements fonctionnant en permanence (congélateurs, caves à vin) : 6 kW
- Puissance des climatiseurs (deux laboratoires de préparation) et extraction de la cuisine : 15 kW => **restent certainement allumés en continu**

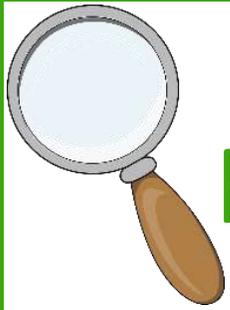


Extraction des cuisines

- Mise en place d'une **commande à double vitesse**
 - Commande manuelle située en cuisine
 - Petite vitesse en période de faible activité
 - Arrêt des ventilateurs lors de la fermeture de la cuisine (possibilité de mettre sur programme horaire)
- Diminution de 1 à 3% de la facture d'électricité
- Temps de retour sur investissement de **1 à 3 ans**



RÉFLEXION SUR LES MODES DE CUISSON



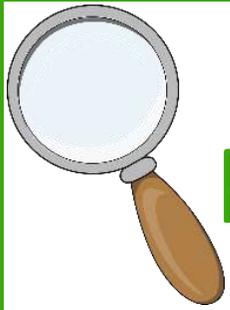
Four électrique / four gaz



- Exemple d'un four à air pulsé

	Electrique 	Gaz 
Rendement	80%	70%
Coût / kWh utile 	8,4 MUR/kWh utile	6,8 MUR/kWh utile
Emissions de  CO ₂	1 kg CO ₂ /kWh utile	0,3 kg CO ₂ /kWh utile

MESURES SUR LES POMPES

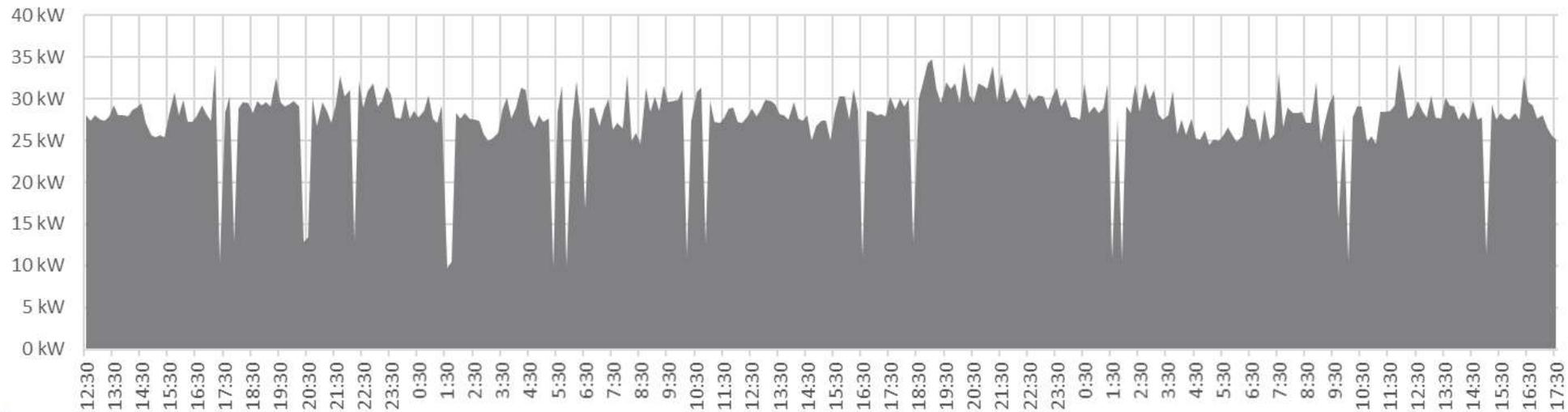


Pompes de piscines



- Puissance appelée par les pompes de piscines : de 25 à 30 kW
- Pompes installées : 2 pompes de 15 kW
- Fonctionnement quasi-continu

Puissance appelée par la piscine



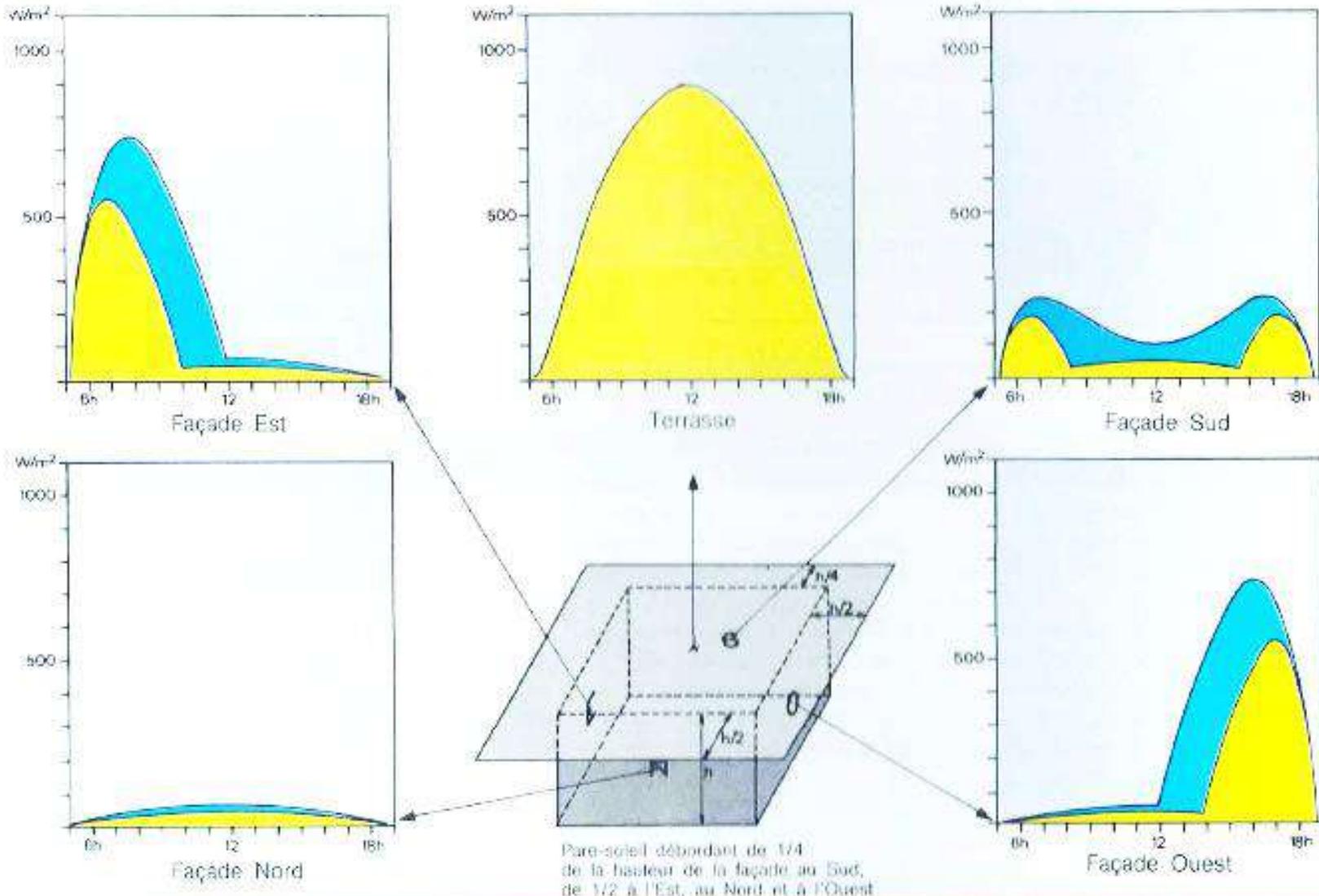
Pompes de piscines

- Mise en place d'une **horloge pour diminuer la durée de fonctionnement des pompes de piscine**
 - La durée de filtration d'une piscine est de l'ordre de $T_{\text{eau}} / 2$
 - Fonctionnement de **18 h / jour en été** et de **14 h / jour en hiver**
- Diminution de 0,1 à 4% de la facture d'électricité
- Temps de retour sur investissement **immédiat**



MESURES SUR LE BÂTI





**RAYONNEMENT GLOBAL (DIRECT + DIFFUS) REÇU PAR LES PAROIS
PAR CIEL CLAIR AU SOLSTICE DE DÉCEMBRE
(la surface bleue correspond à l'énergie interceptée par le pare-soleil)**

Trois solutions pour se protéger du rayonnement solaire

Résister au passage de la chaleur par les parois par la mise en place d'isolant



Mettre à l'**ombre** la paroi: par des débords de toiture des casquettes, des varangues ou des sur-toitures



Réfléchir le rayonnement solaire

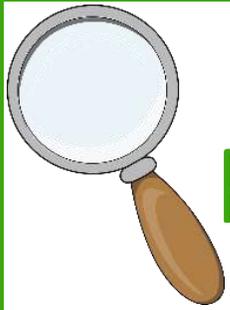




Isolation des toitures

- Mise en œuvre d'isolation au niveau des toitures
- Diminution de 1 à 5% de la facture d'électricité
- Temps de retour sur investissement de **6 à 22 ans**





Protection solaire des baies



- Les baies sont rarement protégées dans les chambres pour permettre aux clients d'avoir des vues sur la mer





Protection solaire des baies



- La protection solaire extérieures des baies (en particulier orientées à l'ouest) permet d'éviter des surconsommations de la climatisation
- Les **rideaux intérieurs ne permettent pas d'éviter le rayonnement** dans les chambres
- Diminution de 1 à 2% de la facture d'électricité
- Temps de retour sur investissement de **10 ans environ**



Breakfast

2017 Année de l'efficacité énergétique à Maurice



25 mai 2017 - Ebène

PARTENAIRES DE BUSINESS MAURITIUS



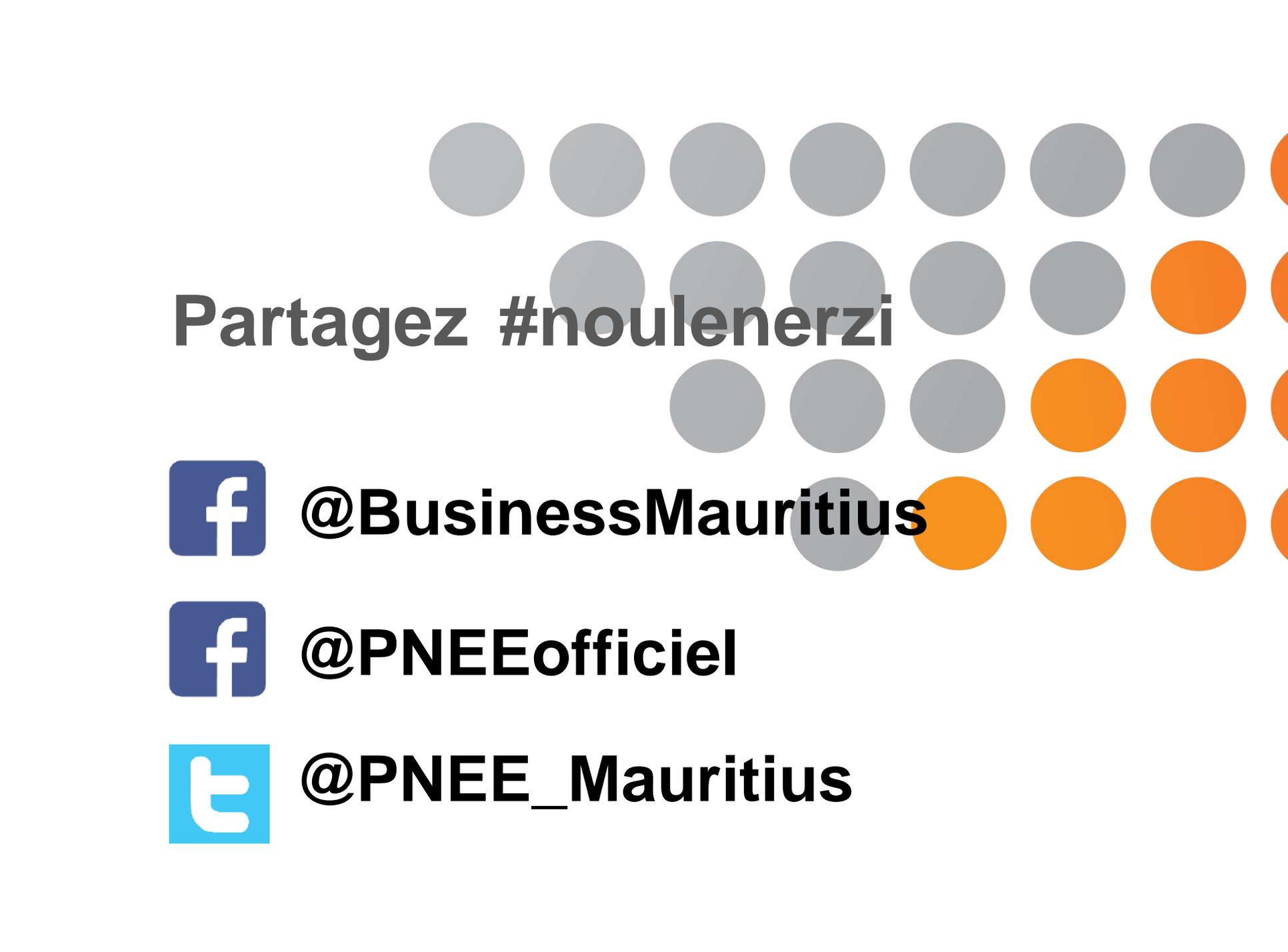
L'efficacité énergétique en entreprise est un pilier de la dynamique de transition énergétique portée par Business Mauritius



Nou lenerzi
Mauritius achieving energy transition

now
lenerzi

Nou lenerzi
Mauritius achieving energy transition



Partagez #noulenerzi



@BusinessMauritius

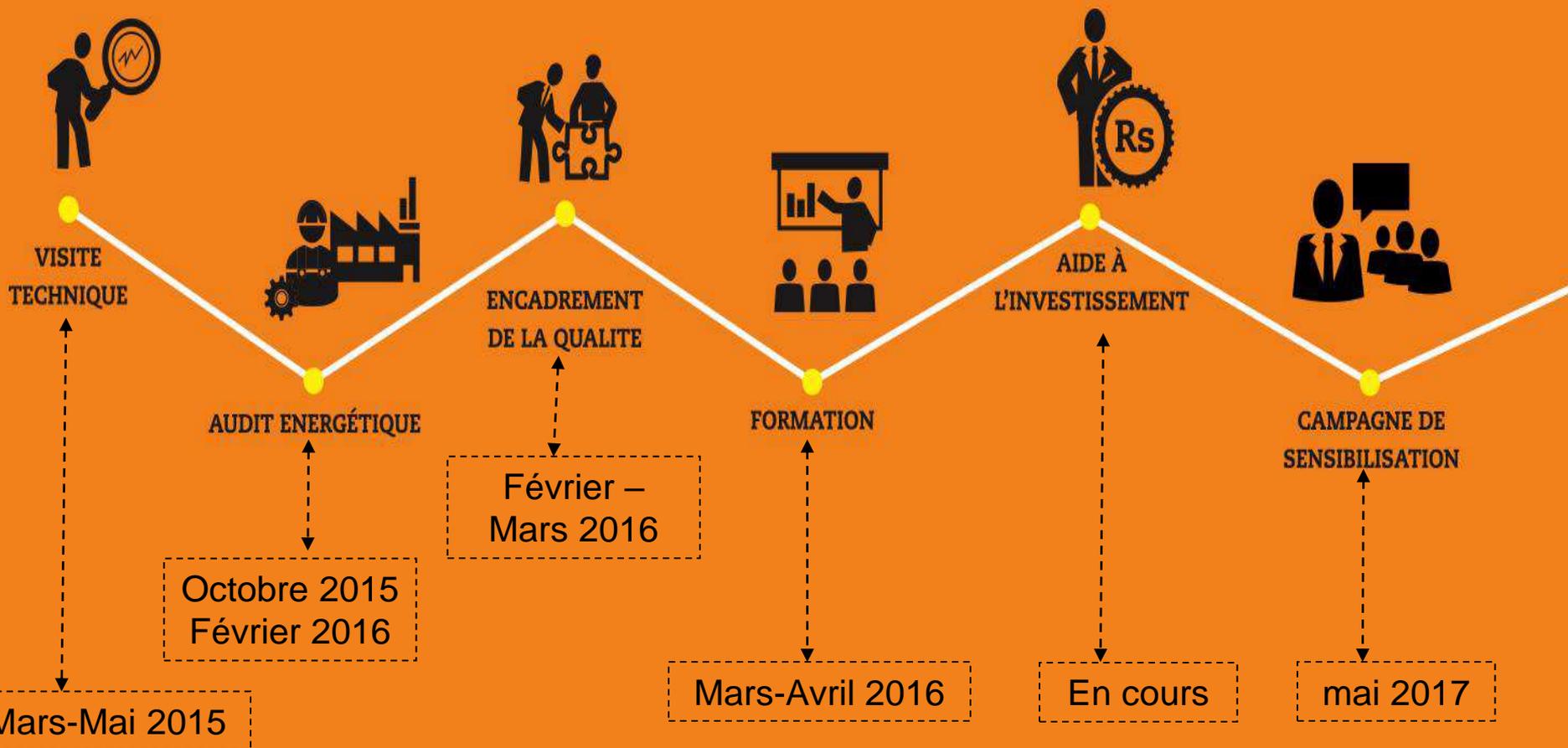


@PNEEofficiel



@PNEE_Mauritius

En marche vers l'efficacité énergétique !



Nos remerciements aux 14 participants



PNEE – First results of audits: Usage Froid

- Share of the cooling systems in the electric consumption:
 - average figure: 74%
 - The audits have focused on the main priority of the sites

MFD	Avipro	Finefoods Mark	Innodis	COI	Ferme Marine	New Maurifoods	Plaisance Catering	Oxenham	Margarine Ind	ENL	SOTRAVIC	Maurilait	Phoenix	Moyenne
95%	84%	84%	81%	65%	64%	63%	61%	60%	55%	55%	54%	50%	46%	74%

PNEE – First results of audits: Usage Froid

- 115 recommendations (average 8 per audit)
 - Cost of recommendations: from 0 (Quick Wins) to 20 MRs
 - Average size of recommendation: 875 000 Rs
- Energy savings from 12% to 50% of energy consumed by cooling systems
- Other savings include
 - Water savings in cooling towers
 - Diesel oil or LPG saved by heat recovery on a cooling system

Recommandations Pay Back Period < 7 ans		
Number of actions		115
Electricity savings	kWh/year	9 888 165
	% of cooling	28%
	kRs/year	35 869
Other savings (water, fioul oil)	kRs/year	3 876
Total savings	kRs/year	39 745
Investment cost	kRs	100 637
Average PBP	years	3

Prestataire



21 avenue de la Baltique
91140 VILLEBON SUR YVETTE
Tel/fax : +33 1 64 46 11 16
j.guilpart@mfconseil.fr
www.mfconseil.fr



4, rue Franck Camille Cadet
97427 L'ÉTANG SALE
Tel : +262 262
Fax : +262 262
jfleygue@gmail.com



Prestation

AUDITS ÉNERGETIQUES FROID DANS LES ENTREPRISES À L'ÎLE MAURICE

Sites audités



LES CONSULTANTS QUI SOMMES NOUS ?

Maison du froid Conseil a été créé en 1997 à l'initiative de syndicats professionnels de l'agroalimentaire et du froid industriel.

Mission : Conduire des études et contrôles des installations frigorifiques en général,
Vocation d'assurer de la formation aux techniques et à l'ingénierie du froid, notamment pour les installations frigorifiques à l'ammoniac.
Réaliser des prestations d'audit et d'expertises sur site.

En 2009, Maison du froid Conseil devient MF Conseil. Jacques GUILPART prends la gérance.

En conservant son cœur de compétences en génie énergétique et frigorifique, MF Conseil développe ses activités d'ingénierie conseil dans les secteurs du chaud et de l'air comprimé. MF Conseil est constituée d'une équipe de frigoristes et d'énergéticiens indépendants spécialisés dans l'ingénierie et le dimensionnement de systèmes, d'équipements et de procédés de conversion et de transformation de l'énergie thermique.

L'équipe est constituée de 4 personnes dont Jacques GUILPART et 2 Consultants ont participé aux audits.

CEETI a été créée en juillet 2015 par Jean François LEYGUE ancien Directeur d'Agence Sud et Réunion chez Barrault Recherche jusqu'à fin mars 2015.

J'ai 20 ans d'activité à l'île de la Réunion et dans la zone Océan Indien dans les domaines de l'efficacité énergétique, des Energies Renouvelables et de l'environnement avec un retour d'expérience important dans l'industrie agroalimentaire et les hôpitaux.

Je conseille et assiste la quasi-totalité des industriels et les gros donneurs d'ordre publics de l'île de La Réunion depuis 1997.

Entre 2013 et 2014, j'ai piloté l'opération des audits vapeur Mauricien et en a réalisé une partie avec le BE pour lequel je travaillé à l'époque.

Ma vocation est de continuer à assister et conseiller les industriels et donneurs d'ordre public de La Réunion mais aussi de l'île Maurice et de la zone Océan Indien.

Etape 1 : Lancement et contacts préalables avec visite d'une demi journée pour définir les besoins de moyens par site.

 Etape 2 : Réalisation des audits (14 sites) avec mesures ponctuelles et/ou acquisition sur une durée de 24h00 minimum (pas de temps 1 minutes) et relevés visuels notamment pour les mesures de pression HP/BP entre autres.

Etape 3 : Rédaction et finalisation des rapports avant transmission aux clients.

Etape 4 : Formation collective.

Etape 5 : Formation Froid individuelle sur site et restitution des conclusions de l'audit.

Compresseur BITZER LH135/4J-13.2Y

Fonctionnant au R404A

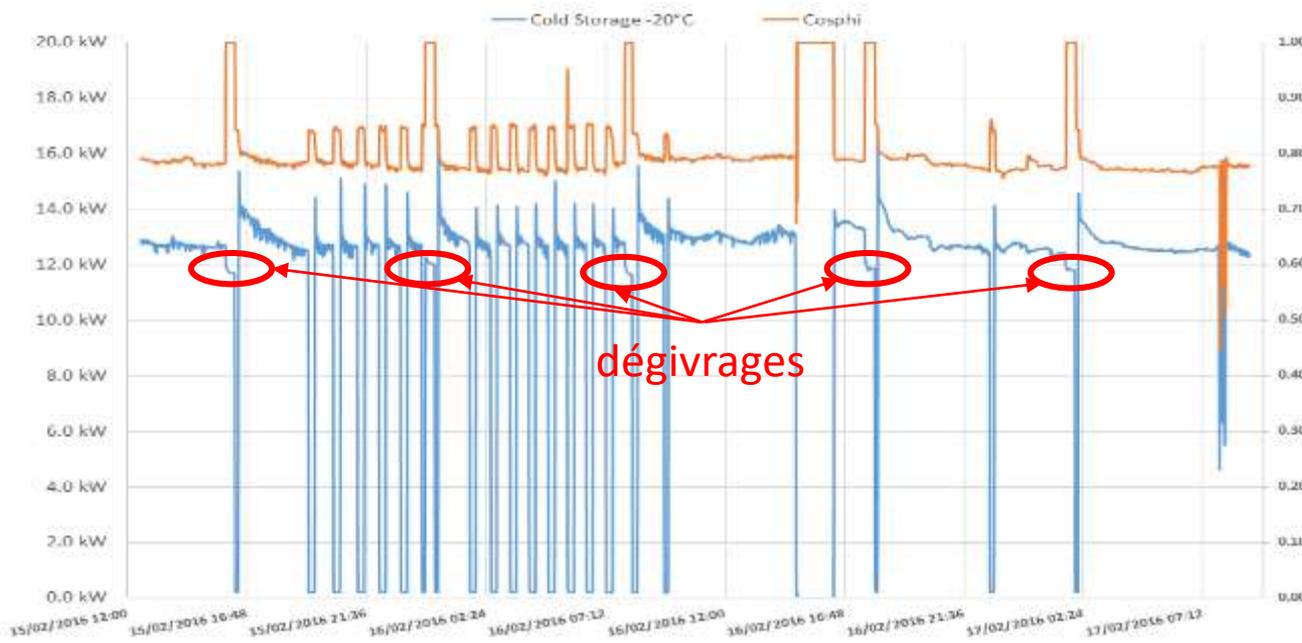
Pressions relevées sur manomètres en place :

- BP = 1,2 b / -8°C
- HP = 20 b / 48°C

Ces relevés sont incompatible avec les conditions de fonctionnement de la chambre froide et indique très probablement un manque de charge en fluide frigorigène.

Données constructeurs à -20°C/+35°C 27,3 kW frigorifiques pour 16,3 kW électrique maximum.

Données cohérentes avec la mesure.



Analyse du fonctionnement du groupe

Cos ϕ moyen du groupe + ventilation et évaporateur en marche : 0,78.
Pénalité si cos ϕ < 0.92.

Pendant les dégivrages et les arrêts complets le cos ϕ passe à 1, ce qui est normal, car il n'y a pas de besoins en réactif.

Consommation électrique annuelle estimée à 72,5 MWh.

Analyse du fonctionnement du groupe

Puissance maximum appelée : 67 kW.
 Cos ϕ moyen mesuré de la centrale 0.83.
 Pénalité si $\cos \phi < 0.92$.

La mesure indique un débit d'eau glacée particulièrement stable 50 m³/h et un delta de T°C faible en moyenne de 1,5°C.

La puissance frigorifique délivrée par le groupe est en moyenne de 90 kW correspondant à un COP de la centrale de 1,3.

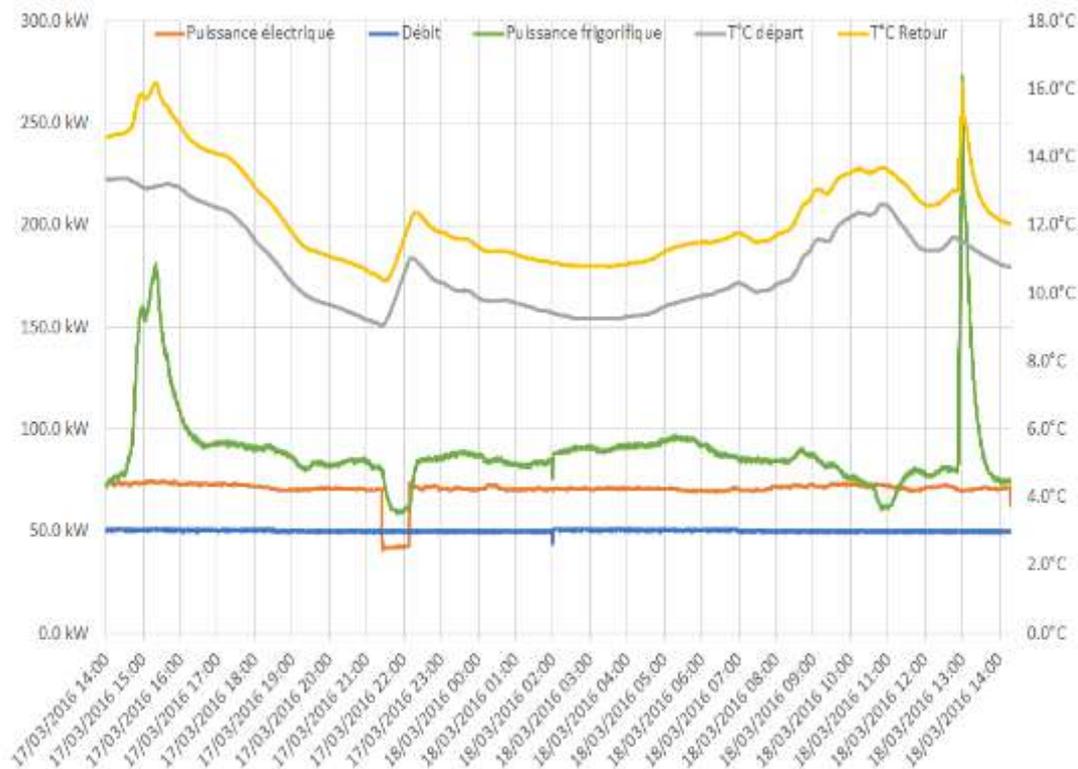
La prise en compte des pompes de distribution d'eau glacée soit 13,7 kW en moyenne indique un COP global de 1,1 (hors ventilation des terminaux dans les chambres froides).

Ces valeurs particulièrement faibles sont en partie dues à un débit excessif (50 m³/h = débit pour 2 groupes TRANE) confirmé par un delta T°C très faible.

Compte tenu du mode de fonctionnement du groupe actuel, la consommation électrique annuelle du groupe EGLA est estimée à 465 MWh pompes comprises.

Le circuitage hydraulique correspondant au nouveau groupe devra faire l'objet d'une étude soignée pour éviter ce problème.

Notamment, l'intérêt d'une bouteille de découplage entre les circuits primaire et secondaire doit être étudié. (Voir chapitre correspondant de la formation collective).



QUELQUES EXEMPLES D'ANALYSES

Ci-dessous nous avons estimé sur la base des ratios W/m^2 du tableau précédent un bilan thermique sommaire.

		Puis. kWf existant	Ratio moyen STD	Ratio 1	Ratio 2	
ADMINISTRATION OFFICE GROUND AND UPPER FLOOR	B10	20.0 m ²	3.52 kWf	3.9 kWf	2.7 kWf	2.3 kWf
	B11	12.5 m ²	3.52 kWf	2.4 kWf	1.7 kWf	1.4 kWf
	B12	25.8 m ²	7.03 kWf	5.0 kWf	3.5 kWf	3.0 kWf
	B13	10.9 m ²	5.28 kWf	2.1 kWf	1.5 kWf	1.3 kWf
	B14	20.8 m ²	7.03 kWf	4.0 kWf	2.8 kWf	2.4 kWf
	B15	23.1 m ²	5.28 kWf	4.5 kWf	3.1 kWf	2.7 kWf
	B16	15.4 m ²	3.52 kWf	3.0 kWf	2.1 kWf	1.8 kWf
	B17	12.8 m ²	2.64 kWf	2.5 kWf	1.7 kWf	1.5 kWf
	B18	47.5 m ²	7.03 kWf	9.3 kWf	6.4 kWf	5.5 kWf
	B19	11.2 m ²	3.52 kWf	2.2 kWf	1.5 kWf	1.3 kWf
	B20	4.7 m ²	2.64 kWf	0.9 kWf	0.6 kWf	0.5 kWf
	B21	12.1 m ²	3.52 kWf	2.4 kWf	1.6 kWf	1.4 kWf
	B22	17.9 m ²	7.03 kWf	3.5 kWf	2.4 kWf	2.1 kWf
	B23	7.5 m ²	3.52 kWf	1.5 kWf	1.0 kWf	0.9 kWf
	B24	18.0 m ²	5.28 kWf	3.5 kWf	2.4 kWf	2.1 kWf
	B25	8.6 m ²	2.64 kWf	1.7 kWf	1.2 kWf	1.0 kWf
	B26	6.0 m ²	2.64 kWf	1.2 kWf	0.8 kWf	0.7 kWf
B27	7.2 m ²	3.52 kWf	1.4 kWf	1.0 kWf	0.8 kWf	
		282.0 m ²	79.13 kWf	54.99 kWf	38.07 kWf	32.43 kWf
FERMENTATION PROCESSING GROUND AND UPPER FLOOR	F1	45.0 m ²	17.58 kWf	8.8 kWf	6.1 kWf	5.2 kWf
	F2	31.0 m ²	3.52 kWf	6.0 kWf	4.2 kWf	3.6 kWf
	F3	21.0 m ²	7.03 kWf	4.1 kWf	2.8 kWf	2.4 kWf
	F4	17.0 m ²	2.64 kWf	3.3 kWf	2.3 kWf	2.0 kWf
	F5	25.0 m ²	7.03 kWf	6.3 kWf	4.6 kWf	3.8 kWf
	F6	9.0 m ²	3.52 kWf	1.8 kWf	1.2 kWf	1.0 kWf
	F7	9.0 m ²	2.64 kWf	1.8 kWf	1.2 kWf	1.0 kWf
	F8	9.0 m ²	2.64 kWf	1.8 kWf	1.2 kWf	1.0 kWf
	F9	9.0 m ²	2.64 kWf	1.8 kWf	1.2 kWf	1.0 kWf
			175.0 m ²	49.24 kWf	35.50 kWf	24.88 kWf

		Puis. kWf existant	Ratio moyen STD	Ratio 1	Ratio 2		
BOTTLING/MAGAZIN/INBOND AND OUTBOND GROUND AND UPPER FLOOR	BN28	216.0 m ²	29.31 kWf	28.1 kWf	21.6 kWf	17.3 kWf	
	BN29	264.0 m ²	14.07 kWf	34.3 kWf	26.4 kWf	21.1 kWf	
	BN30	30.1 m ²	3.52 kWf	3.9 kWf	3.0 kWf	2.4 kWf	
	BN31	109.6 m ²	17.58 kWf	14.2 kWf	11.0 kWf	8.8 kWf	
	BN32	109.6 m ²	17.58 kWf	14.2 kWf	11.0 kWf	8.8 kWf	
	BN33	35.5 m ²	5.28 kWf	6.9 kWf	4.8 kWf	4.1 kWf	
	MG34	38.8 m ²	10.55 kWf	14.0 kWf	11.2 kWf	9.7 kWf	
	MG35	58.1 m ²	17.58 kWf	20.9 kWf	16.9 kWf	14.5 kWf	
	BT36	7.5 m ²	2.64 kWf	1.5 kWf	1.0 kWf	0.9 kWf	
	KF37	86.3 m ²	10.55 kWf	16.8 kWf	11.6 kWf	9.9 kWf	
	KF38	28.0 m ²	7.03 kWf	5.5 kWf	3.8 kWf	3.2 kWf	
	BT39	23.4 m ²	3.52 kWf	4.6 kWf	3.2 kWf	2.7 kWf	
	BN40	90.7 m ²	17.58 kWf	11.8 kWf	9.1 kWf	7.3 kWf	
	BN41	90.7 m ²	17.58 kWf	11.8 kWf	9.1 kWf	7.3 kWf	
	BN42	90.7 m ²	16.12 kWf	11.8 kWf	9.1 kWf	7.3 kWf	
	BT43	12.5 m ²	3.52 kWf	2.4 kWf	1.7 kWf	1.4 kWf	
	BT44	12.3 m ²	2.64 kWf	2.4 kWf	1.7 kWf	1.4 kWf	
	BT45	14.0 m ²	3.52 kWf	2.7 kWf	1.9 kWf	1.6 kWf	
	BT46	14.0 m ²	3.52 kWf	2.7 kWf	1.9 kWf	1.6 kWf	
	SP47	10.7 m ²	2.64 kWf	2.1 kWf	1.4 kWf	1.2 kWf	
	SP48	10.7 m ²	3.52 kWf	2.1 kWf	1.4 kWf	1.2 kWf	
	SP49	10.7 m ²	3.52 kWf	2.1 kWf	1.4 kWf	1.2 kWf	
	SP50	28.9 m ²	7.03 kWf	5.6 kWf	3.9 kWf	3.3 kWf	
	BT51	50.0 m ²	7.03 kWf	9.8 kWf	6.8 kWf	5.8 kWf	
			1 442.3 m ²	227.42 kWf	232.15 kWf	174.68 kWf	143.90 kWf
			1 899.3 m²	355.8 kWf	322.6 kWf	237.6 kWf	197.3 kWf

L'estimation avec les ratios standards pour ces types de locaux est assez proche de l'existant.

Cependant nous pouvons remarquer que la puissance frigorifique nécessaire pour le traitement des locaux avec un confort acceptable des personnes et la conservation des produits stockés peut aller du simple au double.

En effet le traitement des éléments constitutifs du bâti pour répondre à une efficacité thermique du bâtiment, l'utilisation d'un éclairage plus efficace, et des points de consigne raisonnables permettrait d'optimiser le bilan frigorifique. Pour rappel, 6°C de delta entre la température extérieure et intérieure est préconisé pour un confort acceptable des personnes notamment.

La puissance frigorifique nécessaire pour les besoins de climatisation est estimée à 197 kWf avec un bâtiment efficient alors qu'aujourd'hui 355 kWf sont installés.

Du froid pour quoi faire ?

- L'entreposage et les salles de travail
- Les process (refroidissement, congélation)
- La climatisation des bureaux.

D'où viennent les besoins frigorifiques ?

- Il fait froid dans vos entrepôts et dans vos salles de travail : de la chaleur y rentre par les parois
- Vos locaux ont des portes d'accès : de l'air chaud y pénètre
- Vous traitez des produits : il faut les refroidir.
- Il y a des ventilateurs, des moyens de manutention, des équipements, des personnels, de l'éclairage : tout cela dégage de la chaleur ...

La comptabilisation de toute cette chaleur qui entre (et donc qu'il faut évacuer avec votre système frigorifique) est faire ce que l'on appelle le bilan frigorifique de votre installation.

Il n'y a pas d'installation de froid correctement dimensionnée sans un bon bilan frigorifique.

Refaire une installation à l'identique de ce qui existe, voire ajout d'un petit % de sécurité, n'est pas la bonne solution.

Demandez à (ou exigez de) votre frigoriste la réalisation d'un tel bilan avant toute modification de vos installations.

(c'est peut-être un peu cher, mais ça peut rapporter gros : vous allez vivre au moins 15 ans avec votre nouvelle installation ...)

Quelques ratios clés pour l'entreposage

Puissance frigorifique installée

10 à 50 W m⁻³ en stockage

60 à 100 W m⁻³ si la chambre doit assurer un peu de refroidissement / congélation

Temps de fonctionnement journalier

8-12 heures en période de faible charge

16-20 heures à charge maximale

Cout d'exploitation

50 – 150 kWh_{elec} m⁻³ an⁻¹ (3 à 10 € par m⁻³ pour un MWh à 60€) en stockage seul, le double pour le refroidissement / congélation (cas d'utilisation intensive des cellules).

Il s'agit de ratios indicatifs qui ne remplacent pas un vrai bilan frigorifique de vos installations.

Quelques ratios clés pour l'entreposage

	Temp. de consevation (°C)	Temp. d'évaporation (°C)	Puissance installée (Wf / m3)	COP Compresseur	COP global	Appel elec compresseur (W / m3)	Appel elec système (W / m3)
Fruits	2	-6	35	3,5	2,8	10	13
Légumes	0	-8	35	3,3	2,7	11	13
Viandes	0	-8	30	3,3	2,7	9	11
Poissons	0	-8	30	3,3	2,7	9	11
laitiers	5	-3	30	3,8	3,0	8	10

Indice de performance énergétique indicatif pour la conservation de produits réfrigérés

Volume chambre froide (m3)	Puiss frigo installée aux Compresseurs (Wf / m3)	Puissance elec installée aux compresseurs (W elec / m3)	Puissance elec appelée par le système (W elec / m3)
500	40	24	30
1 000	35	21	27
5 000	25	15	19
10 000	20	12	15
20 000	15	9	11
30 000	12	7	9



Indice de performance énergétique indicatif pour la conservation de produits surgelés (pour T = -25°C)

Il s'agit de ratios indicatifs qui ne remplacent pas un vrai bilan frigorifique de vos installations.

Pour les process (refroidissement, congélation), ces ratios dépendent du débit à traiter et s'établissent en kW par t/h , soit en kWh / t

Exemple : pour congeler 1 tonne de saucisses Francks en 1 heure, il faut une puissance de 100kW, et cela vous coûtera 124 kWh.

	Temp. initiale (°C)	Temp. finale (°C)	Besoins frigorifiques (kWh / t)	COP compresseurs	COP Global système	Ipé (kWelec / t h-1)
Fruits	20	5	16	3,8	3,0	8,4
Légumes	20	1	20	3,4	2,7	11,8
Viandes	35	1	30	3,4	2,7	16,6
Poissons	15	1	13	3,4	2,7	7,1
Laitiers	37	5	37	3,8	3,0	18,5



Indice de performance énergétique indicatif pour les procédés de refroidissement

	Temp. initiale (°C)	Temp. finale (°C)	Besoins frigorifiques (kWh / t)	COP compresseurs	COP Global système	Appels (kWf / t h-1)	Appel elec Cp (kW / t h-1)	Ipé (kWelec / t h-1)
Fruits	20	-18	111	1,37	1,10	155	113	142
Légumes	20	-18	111	1,37	1,10	155	113	142
Viandes	35	-18	97	1,37	1,10	136	100	124
Poissons	15	-18	85	1,37	1,10	119	87	109

Indice de performance énergétique indicatif pour la congélation de produits

Il s'agit de ratios indicatifs qui ne remplacent pas un vrai bilan frigorifique de vos installations.

Trois ratios peuvent être utilisés pour un première approche, correspondant à 3 configuration possibles de vos locaux.

- Le ratio standard correspond à la configuration de nombreux locaux pour lesquels un soin particulier n'a pas été porté à la problématique de la consommation énergétique
- La ratio 1 correspond à des locaux rénovés ou ayant, dès leur conception, pris en compte un certain nombre de considérations énergétiques
- Le ratio 2 correspond à des locaux qui, dès leur conception, on intégré des problématiques de confort des occupants ainsi que des considérations de consommations énergétiques.

	Ratio moyen STD	Ratio 1	Ratio 2
Parois opaque	Non isolé	Faible	Isolé
vitrage	Simple, claire	Simple, teinté	Double, réfléchissant
Protection vitrage	Sans	Store	Store
Renouvellement d'air vicié simple flux	Non	Non	Oui
Hauteur ss plafond	2.5 m	2.5 m	2.5 m
éclairage	12W/m ²	12W/m ²	12W/m ²
Densité de personne	12 m ² / personne	12 m ² / personne	12 m ² / personne
informatique	150W/personne	150W/personne	150W/personne
Point de consigne	20°C	22°C	24°C
Météo	30°C / 75% HR	30°C / 75% HR	30°C / 75% HR
Ratio moyen bureau STD	195 W/m ²	135 W/m ²	115 W/m ²
Salle de conférence	250 W/m ²	185 W/m ²	150 W/m ²

Il s'agit de ratios indicatifs qui ne remplacent pas un vrai bilan frigorifique de vos locaux.

D'autres sources peuvent proposer des ratios du même ordre de grandeur, destinés à des équipements tertiaires entre autre.

La prise en compte du couple température humidité relative est également un élément essentiel du bien être des Personnes.

L'implantation de l'appareil est un paramètre à ne pas négliger.

Il est important de placer l'unité extérieure à l'ombre : l'exposer au soleil va augmenter sa température de condensation, diminuer ses performances et en conséquence surconsommer de l'énergie.

Scénario	Puissance frigorifique à installer (kW)	Consommation à l'année		Emission de CO2** (kg)	Equivalent km en voiture***
		kWh	bR		
Sans isolation, sans protection solaire, température de consigne 21°C, classe D	5,1	1345	147,95	1077	4684
Sans isolation, sans protection solaire, température de consigne 21°C, classe A+++	5,1	537	59,07	430	1870
Isolation en toiture (6cm), protection solaire des baies, température de consigne 21°C, classe D	3,9	1111	122,21	890	3869
Isolation en toiture (6cm), protection solaire des baies, température de consigne 26°C, classe D	1,8	336	36,96	269	1170
Isolation en toiture (6cm), protection solaire des baies, température de consigne 26°C, classe A+++	1,8	151	16,61	121	526

Pièces de 20 m2 à climatiser sur une hauteur de 2m60.

Sans entretien, la consommation électrique augmente de 30%.

* Base du prix du kWh : 11c€/kWh

** Base de 801g CO2 selon le bilan énergétique 2013 de la Réunion établi par l'ARER

*** Base de 230g CO2/km

Il s'agit de ratios indicatifs qui ne remplacent pas un vrai bilan frigorifique de vos Locaux.

Le chronogramme des besoins : quels intérêts et quelles applications ?

Il s'agit d'une évaluation très précise de vos besoins.

Schématiquement, vous réalisez un bilan par tranche horaire, ce qui permet une estimation précise de vos besoins et de dimensionner le froid en conséquence.

Exemple de chronogramme :

Les besoins totaux seraient de 7.5 MW froid

Heure	Baratteur 1	Baratteur 2	Baratteur 3	Eau glacée 1	Eau glacée 2	Pasto crème	Pasto avant mouleuses	Pasto fromage	refroidisseur mouleaux 1	refroidisseur mouleaux 2	Écumeuse 1	Pasto crème 2	Séparateur crème	Tank reception lait 1	Tank reception lait 2	Besoins instantanée	Foisonnement
P. Max	244	455	412	1262	1262	179	437	1283	544	544	77	94	146	314	50	7567	
1 h	244									77	94	146				592	7,41%
2 h	244			1262			437		544	77	94	146		314		3118	41,21%
3 h	244						437		544	77	94	146	314	314		2170	28,68%
4 h	244									77	94	146	314			875	11,56%
5 h	244						437		544	77	94					1396	18,45%
6 h	244			1262			437		544	77	94					2658	35,13%
7 h	244			1262			437		544	77	94			314		2972	39,28%
8 h	244	455							544	77	94		314	314		2042	26,99%
9 h	244	455								//	94	146		314		1330	17,58%
10 h	244	455								77	94	146	314	314		1644	21,73%
11 h	244	455								77	94	146		314		1330	17,58%
12 h	244	455					437			//	94	146		314		1767	23,35%
13 h	244	455				179	437	1283				146				2744	36,26%
14 h	244	455				179	437	1283				146	314	314		3372	44,56%
15 h	244	455		1262		179	437	1283		544		146	314	314		5178	68,43%
16 h	244	455		1262		179		1283		544		146		314		4427	58,50%
17 h	244	455				179		1283				146	314	314		2935	38,79%
18 h	244	455								77	94	146		314		1330	17,58%
19 h		455	412				437			77	94	146		314		1935	25,57%
20 h		455	412				437			77	94	146	314	314		2749	36,33%
21 h		455	412	1262						77	94	146	314	314		3074	40,62%
22 h		455	412	1262			437			77	94	146	314	314		3511	46,40%
23 h		455	412				437			77	94		314	314		2103	27,79%
24 h		455							544	77	94			314		1484	19,61%

Une démarche identique peut (doit) être utilisée en climatisation.

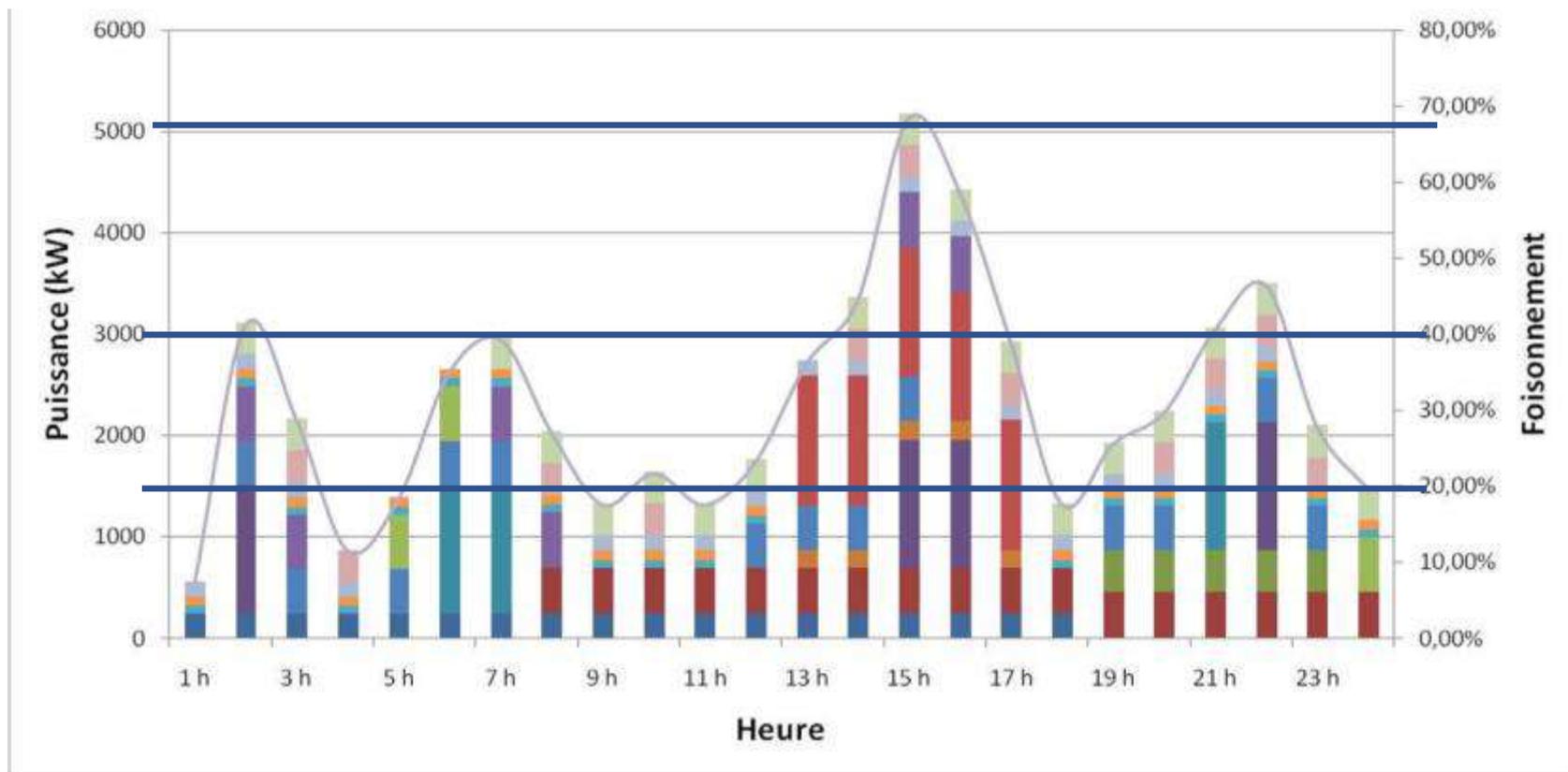
Le chronogramme indique que vous n'avez finalement besoin « que » de 5.2 MW froid (foisonnement = 68.4%)

CHRONOGRAMME DES BESOINS

Le chronogramme des besoins : quels intérêts et quelles applications ?

Exemple d'utilisation du chronogramme :

Pour cet exemple où l'installation de 5 MW est suffisant, il est raisonnable d'installer :
 1 unité de compression pour assurer une base de 1.5 MW
 une autre unité de 1.5 MW pour les besoins autour de 3 MW
 et enfin, une dernière unité de 2 MW pour assurer la pointe à 5 MW



En conclusion :

Le bilan frigorifique

Un outil indispensable à la connaissance de vos besoins en froid
(et à l'évaluation *a priori* à la prédiction de vos consommations, donc à l'évaluation de la performance de vos installations)

Le chronogramme des besoins

Un outil incontournable pour le juste dimensionnement de vos salles des machines

- Il n'est pas raisonnable de modifier une installation sans avoir a minima une estimation de vos besoins (avoir établi votre bilan frigorifique)
- Il est utile de connaître le chronogramme de vos besoins pour un juste dimensionnement de vos installations.
- Ne partez pas dans une modification lourde de vos installations sans ces éléments (vous allez vivre au minimum 15 ans avec).

Demandez à (ou exigez de) votre frigoriste de faire l'exercice. Ayez un regard critique sur les résultats.
Si besoin, faites appel à des consultants pour vous assister dans la démarche.
(encore une fois, c'est plus cher, mais ça peut rapporter gros !)

Quelques actions rencontrées à reproduire à volonté.



Contact de porte CF
Asservissement éclairage
et ventilation

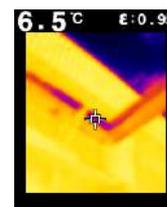


Récupération de chaleur
Groupe Froid



Rideau d'air efficace

Quelques situations à éviter



EXEMPLES D'ECONOMIE IDENTIFIES

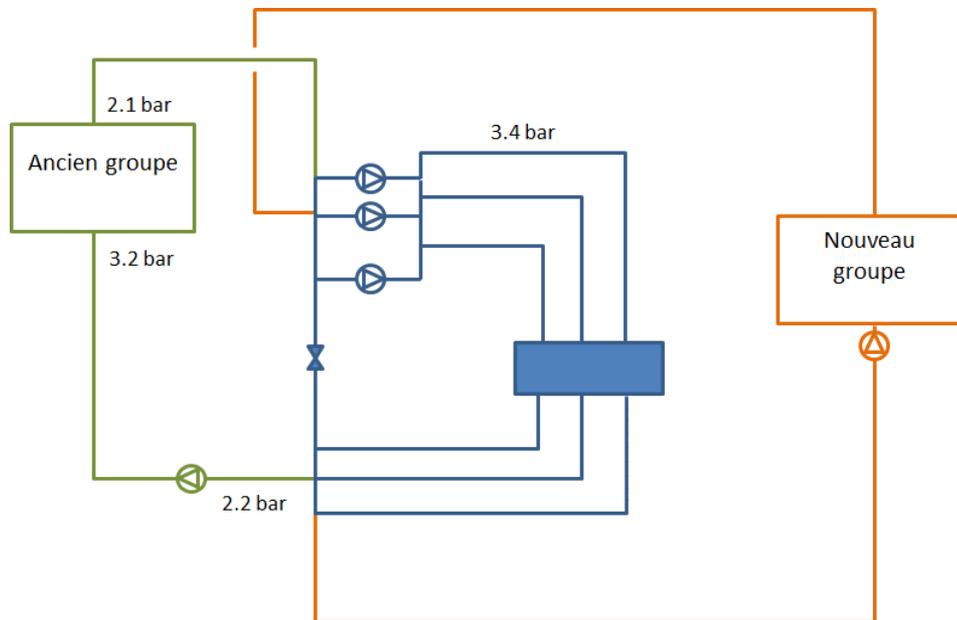
Le circuitage hydraulique actuel représenté en vert et bleu dans le schéma ci-contre indique en effet l'absence de découplage entre les circuits primaire et secondaire.

La bascule sur le nouveau groupe en rouge et bleu sur le schéma ci-contre indique l'adoption d'un circuit hydraulique de même nature sans découplage.

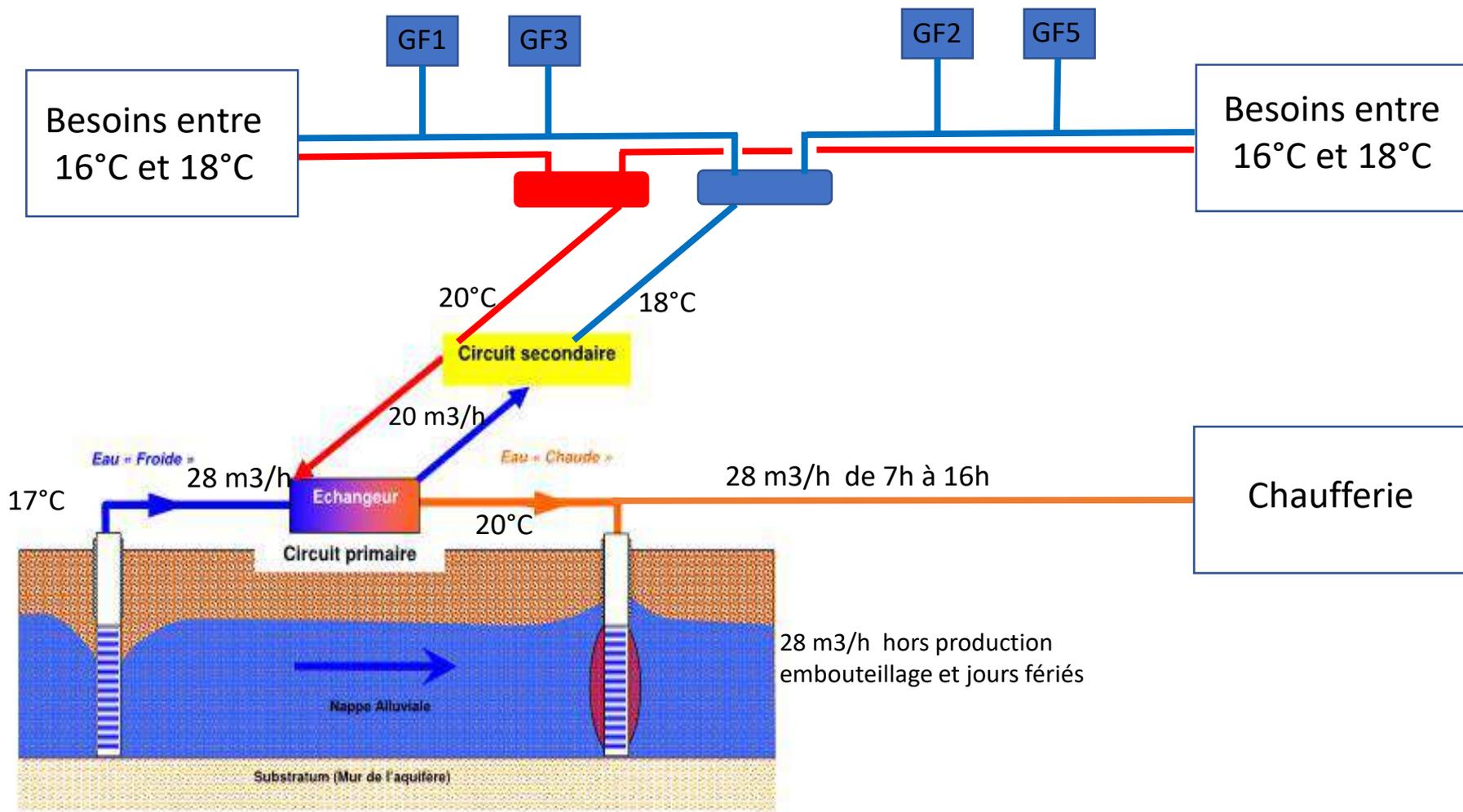
Le débit de la pompe du kit hydraulique du nouveau groupe est donné pour 64,9 m³/h valeur supérieur au besoins actuels de l'usine. L'intérêt du découplage est donc évident.

La mise en œuvre de la variation de vitesse sur les pompes primaire et secondaire de la nouvelle installation est recommandée de façon à éviter les bridages des débits par fermeture partielle des vannes d'isolement comme aujourd'hui. (voir photos de droite).

Potentiel d'économies 50% sur l'énergie de pompage et 20% minimum sur la production d'eau glacée.



EXEMPLES D'ECONOMIE IDENTIFIES

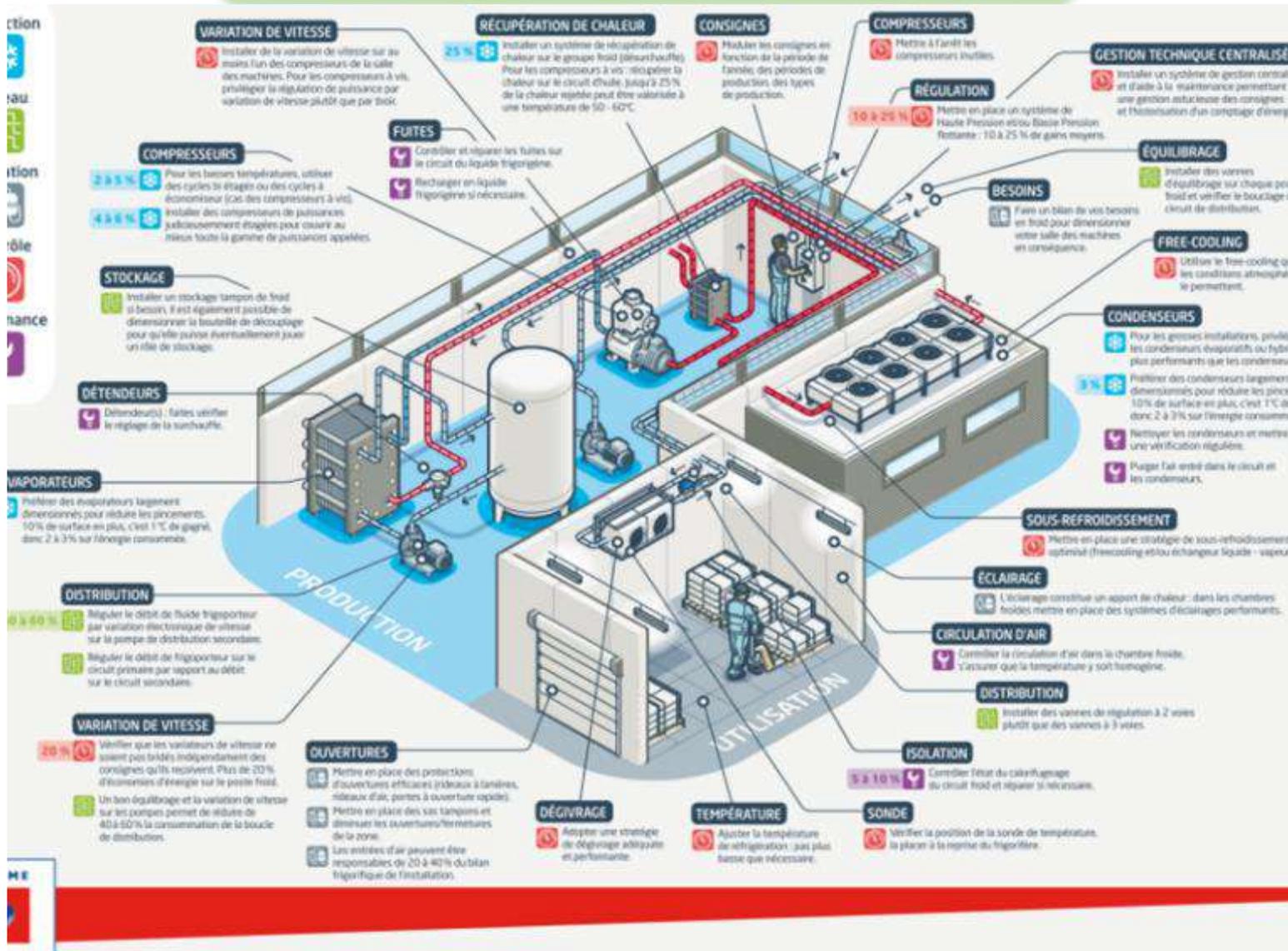


Pour le froid alimentaire

L'analyse de votre bilan frigorifique vous indique les postes à surveiller de près

Poste	% du bilan frigorifique
Charges produits	
Produits (refroidissement) Produits (respiration) Emballages	0 - 20 % selon la température initiale produit 0 - 10 % (selon métabolisme produit) ε - 1%
Charges externes	
Déperditions parois Charges solaires Entrées d'air	8-10 % selon état de l'isolation 1 à 2% dans nos régions, avec parois claires et réfléchissantes <u>25 à 40 % selon la gestion des ouvertures</u>
Charges internes	
Ventilation Manutention (équipements) Manutention (personnel) Eclairage Dégivrages	<u>10 à 25% selon le taux de brassage</u> 1 à 5% dans la majorité des cas ε 0.5 à 1% du bilan <u>Inclus dans la marge de sécurité</u>
Total	100 %
Marge de sécurité	+ 10 à + 20% selon la précision du bilan et la sécurité recherchée

POTENTIEL D'ECONOMIES SUR LE FROID



SUIVI DE LA PERFORMANCE DE VOS INSTALLATIONS

Niveau 4
Hébergement Cloud



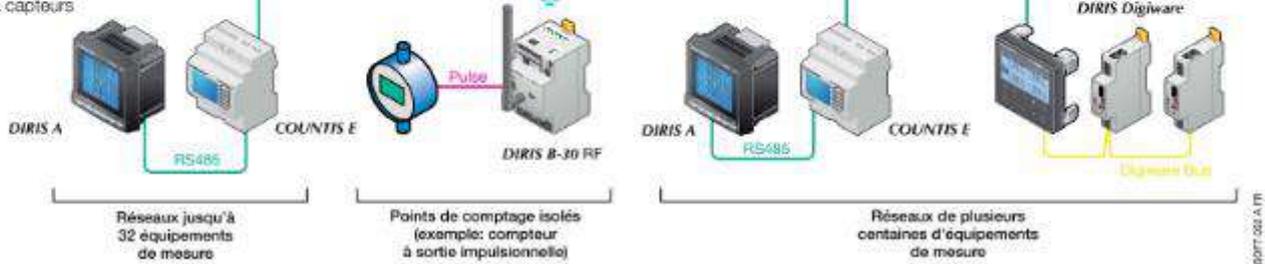
Niveau 3
Réseau de Communication
Longue distance (WAN)



Niveau 2
Réseau de Communication
local (LAN)



Niveau 1
PMD & capteurs

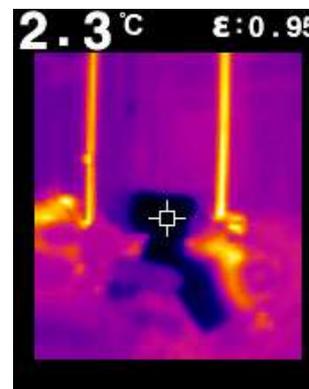


DIRIS 200 A 17M



MERCI DE VOTRE ATTENTION

LES MESURES



Breakfast

2017 Année de l'efficacité énergétique à Maurice



29 juin 2017 - Ebène



PARTENAIRES DE BUSINESS MAURITIUS



L'efficacité énergétique en entreprise est un pilier de la dynamique de transition énergétique portée par Business Mauritius



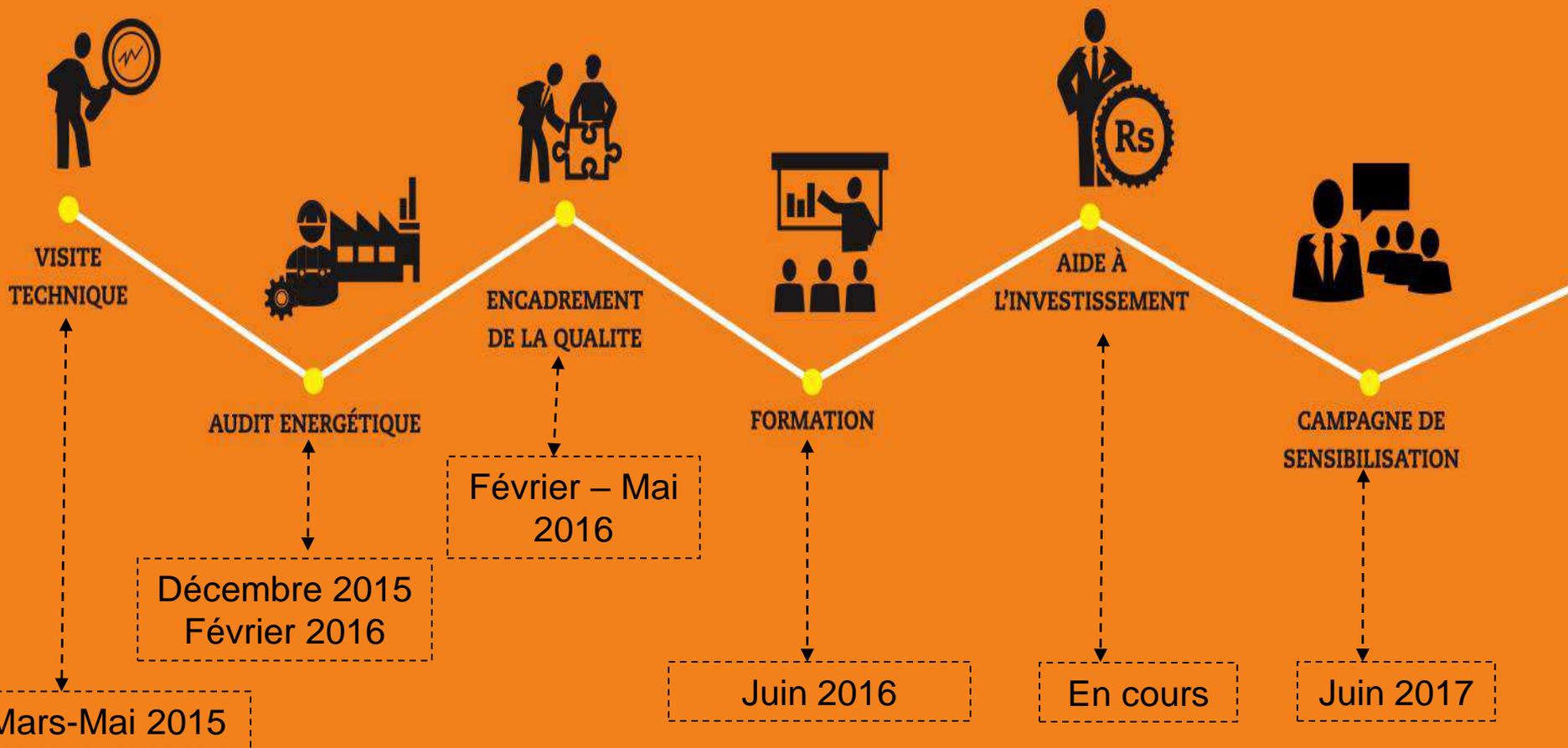
Nou lenerzi
Mauritius achieving energy transition

now
lenerzi

Nou lenerzi
Mauritius achieving energy transition

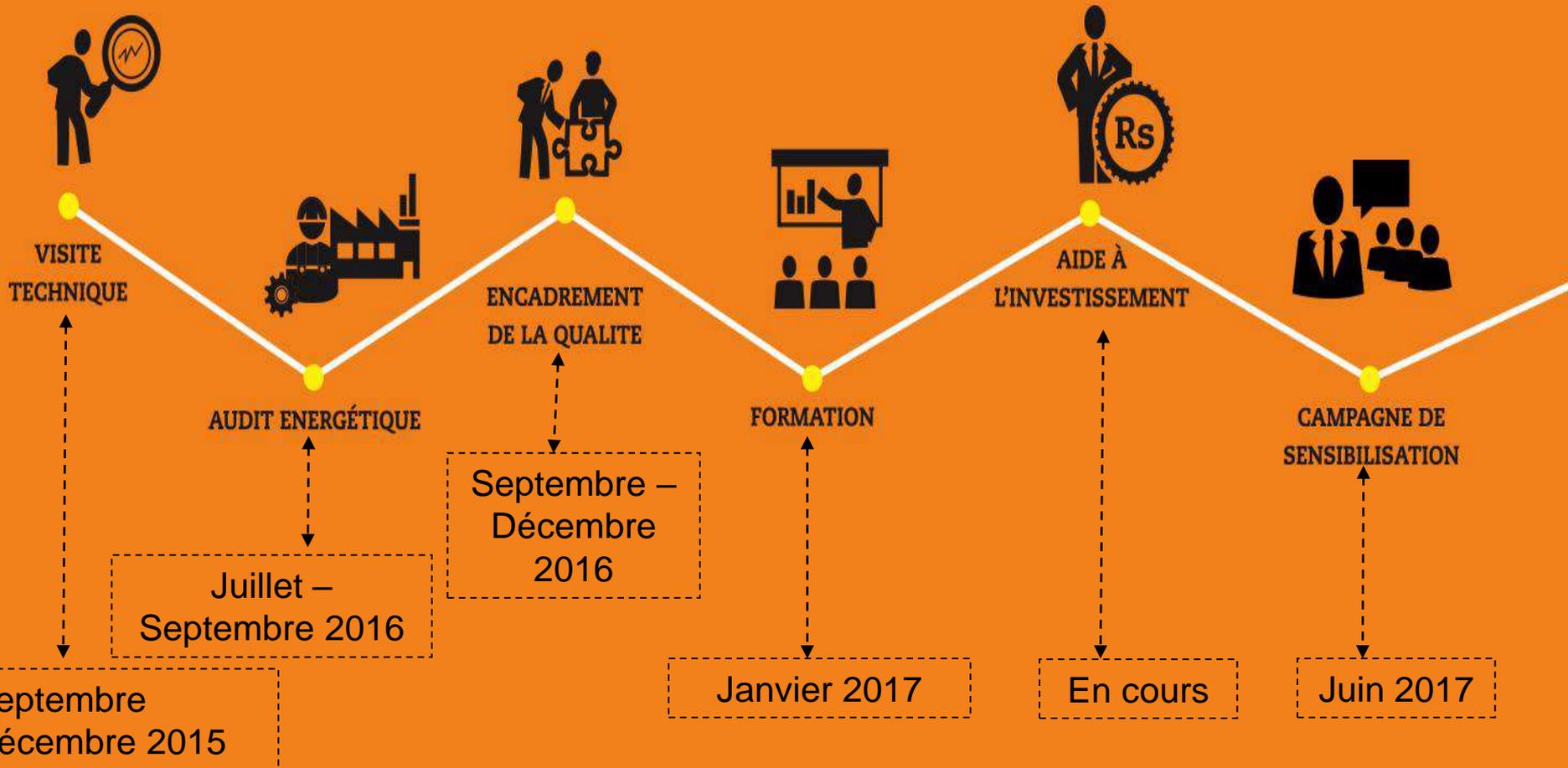


En marche vers l'efficacité énergétique !



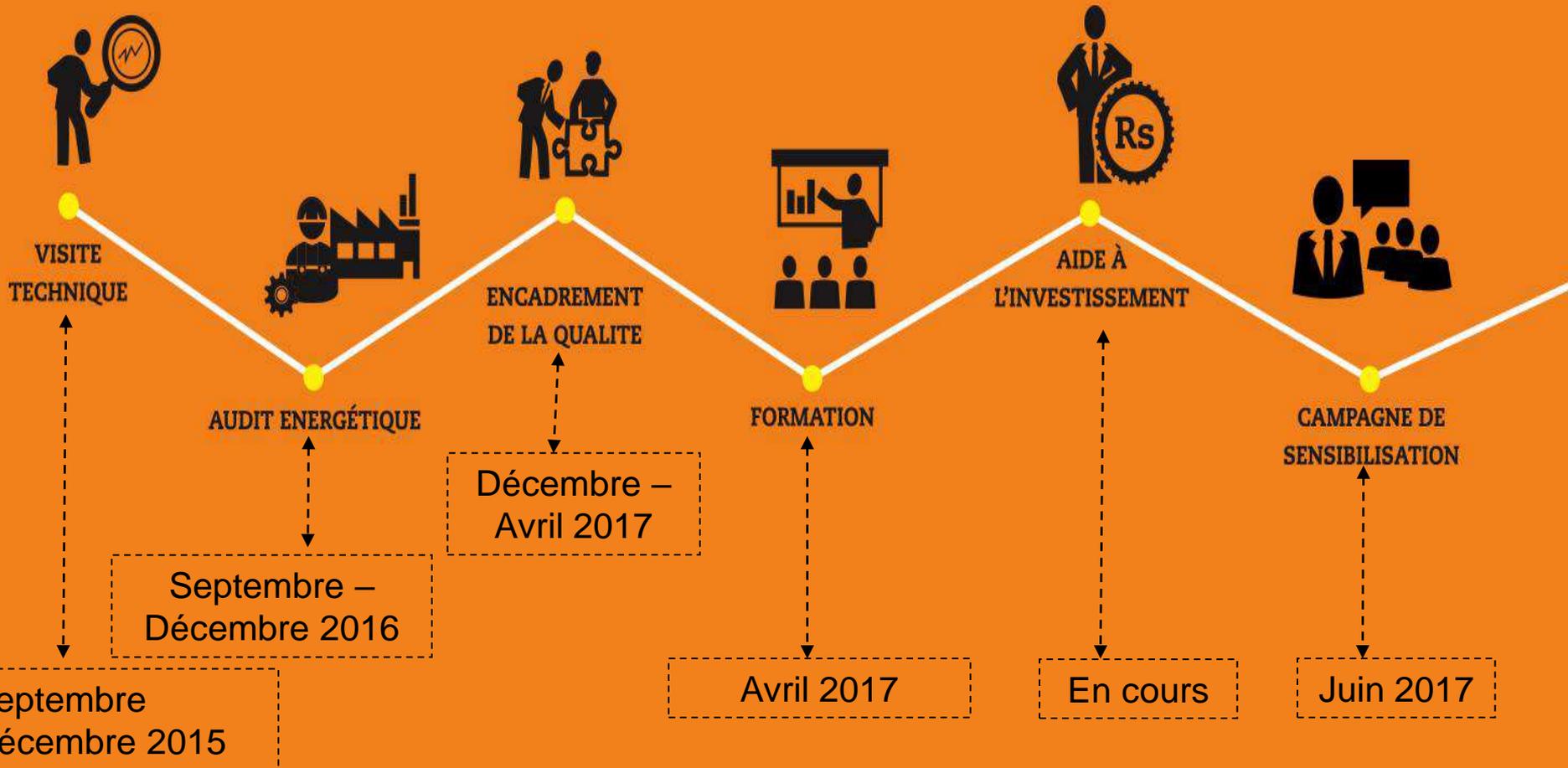


En marche vers l'efficacité énergétique !





En marche vers l'efficacité énergétique !



Les entreprises partenaires sont :

- Consolidated Fabrics Limited
- CDL Knits
- Palmar Limitée



PNEE | **Textile**

Programme National
d'Efficacité Energétique

Les entreprises partenaires sont :

- Plastic Industries
- MOROIL
- Livestock Feed
- Omnicane Thermal Plant
- Omnicane Sugar Refinery
- Omnicane Sugar Rawhouse



Les entreprises partenaires sont :

- Moroil
- Grays Distillerie
- Corson
- Oxenham



PNEE | Vapeur

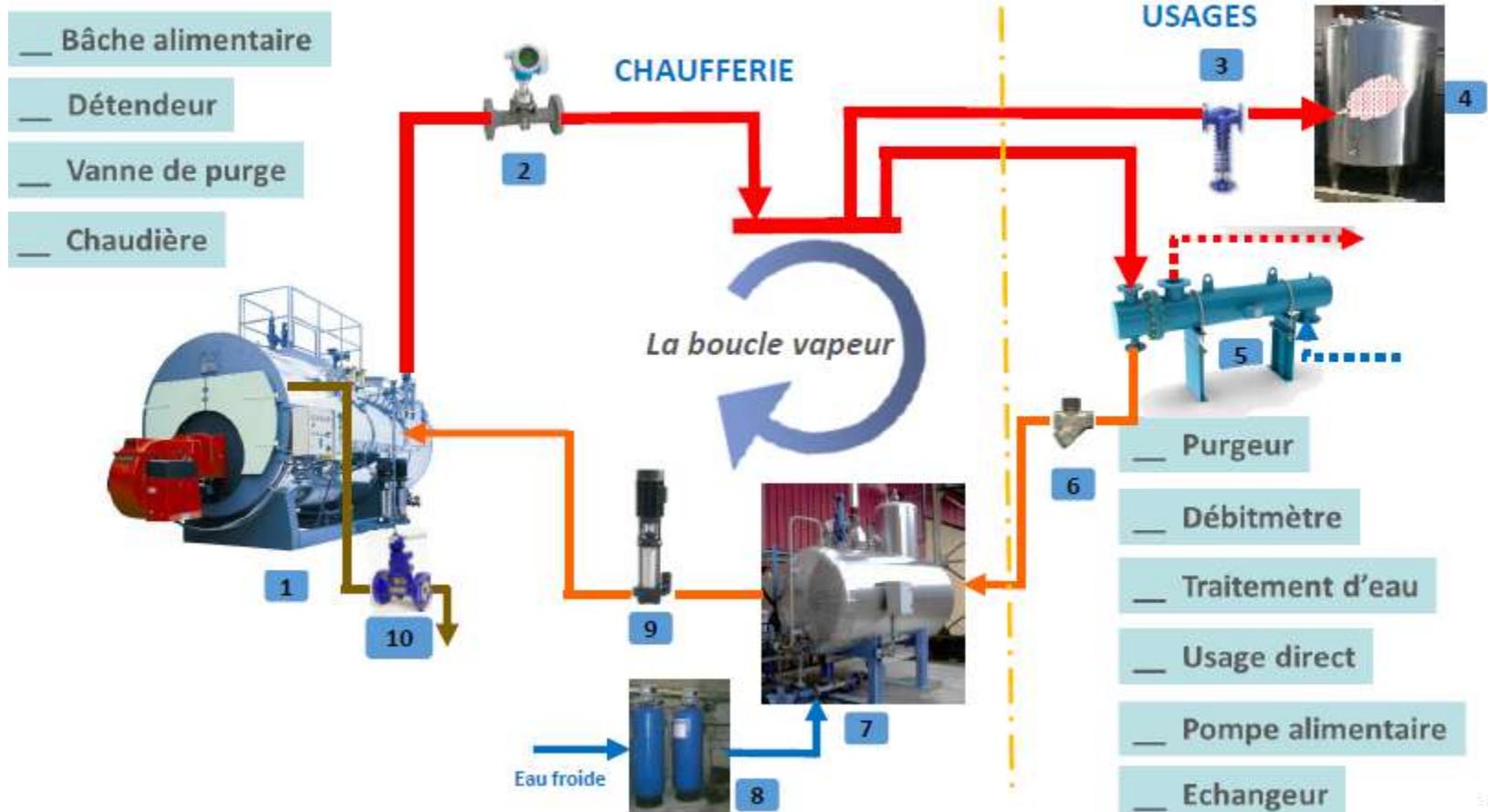
Programme National
d'Efficacité Energétique



Présentation des groupes PNEE Industrie

- La présentation porte sur les groupes d'audits suivants:
 - Groupe Vapeur: 4 sites
 - Groupe Air Comprimé: 6 sites
 - Groupe Textile: 3 sites – Fortes composantes Vapeur et Air Comprimé
 - Combustibles en chaudières = 50% de la facture énergie
 - Projet Pilote Vapeur 2013: 8 sites
- Pour mémoire:
 - Groupe Froid 1: 11 sites industrie (+ 3 tertiaire)
 - Groupe Froid 2: 4 sites industrie (+ 5 tertiaire)
 - Groupe Moteurs/Pompes/Ventilateurs: 1 site industrie + 3 agriculture + 1 tertiaire + 4 CWA
 - Groupe ECS: 2 sites industrie (+ 4 tertiaire)
- Au total: 39 audits industrie, dont 36 avec focus sur un usage

Cycle Vapeur - production – distribution - usages



Source: support de formation PNEE Vapeur - Optinergie

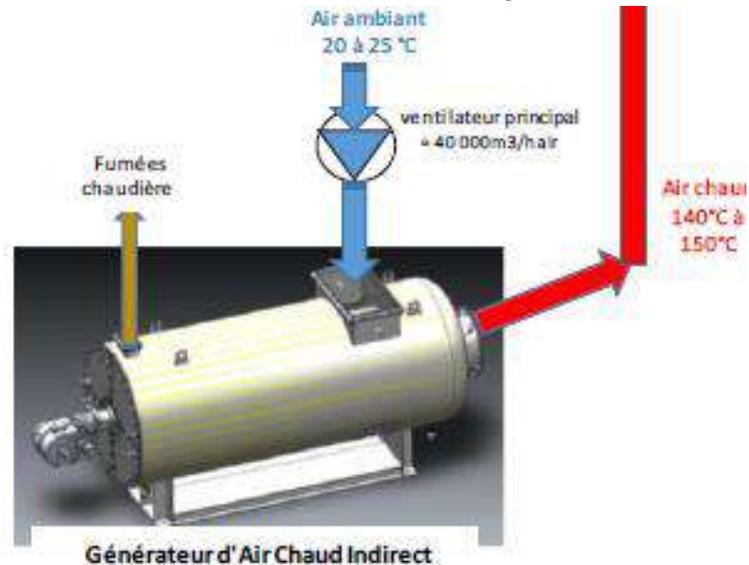
L'offre de combustibles sur le marché mauricien

- Un constat important: absence de gaz naturel à Maurice
- Ressource locale: bagasse, mais non disponible pour l'industrie
- Recours à des combustibles à fort impact sur l'environnement: charbon, HFO
- Et/ ou chers: LFO, LPG
- LPG: trop cher pour l'industrie moyenne ou grande
- L'industrie mauricienne est pénalisée par l'absence d'une offre à faible impact environnemental et à coût compétitif (EU: gaz naturel : environ 1 Rs/kWh)
- Analyse de filière sans doute à mener au niveau national

	coût d'achat Rs/kWhPCI	rendement d'utilisation en chaufferie vapeur (variable selon les cas)	coût d'usage Rs/kWhPCI
Charbon	0,53	78%	0,68
Fioul lourd (HFO Heavy Fioul Oil)	1,54	85%	1,81
Fioul léger (LFO Light Fioul Oil)	1,96	90%	2,18
GPL Gaz Pétrole liquéfié	4,73	95%	4,98

L'offre de combustibles sur le marché mauricien

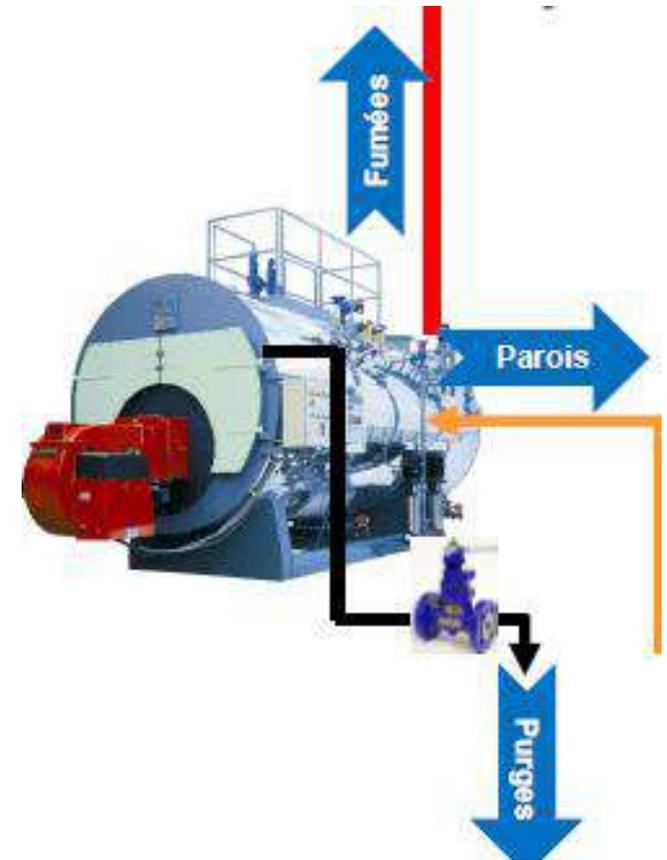
- Autre conséquence: certaines solutions performantes sont difficilement envisageables:
 - Économiseur sur chaudière, récupération sur fumées à très basse température, voire condensation: rendement proche de 100%
 - usage de gaz en combustion directe pour du séchage



Source: PNEE – rapport d'audit Optinergie

Production de vapeur

- Ex de bilan « méthode des pertes » vs mesure directe du rendement
- Pertes combustion: 6 à 15%
 - Contrôle manuel ou auto
- Pertes purges: 0,5 à 3%
 - Contrôle manuel ou auto
- Pertes radiation (parois): 1 à 5%
 - Isolation – dimensionnement chaudière
- Pertes au démarrage: ex d'un site à 8%!
 - Fonctionnement du site



Source: support de formation PNEE Vapeur - Optinergie

Coût de production de la vapeur

Coût de la vapeur 10 bars 18 500 T vap/an			
	Rs HT/an	%	PU Rs HT/T
Combustible charbon	10 810 000	76,3%	584,3
Electricité	600 000	4,2%	32,4
Eau	460 000	3,2%	24,9
Maintenance et contrôle	505 000	3,6%	27,3
Personnel de conduite	1 800 000	12,7%	97,3
COÛT TOTAL VAPEUR	14 175 000 Rs/an	100%	766,2 Rs/tonne



Source: support de formation PNEE Vapeur - Optinergie

Distribution de vapeur

- Pertes dans les réseaux: 5 à 15%
- Fuites vapeur
- Isolation
 - Points singuliers (vannes, etc)
 - Cas de l'isolation par revêtement



Distribution de vapeur

- Purgeurs: pertes de vapeur possibles en cas de purgeurs défectueux

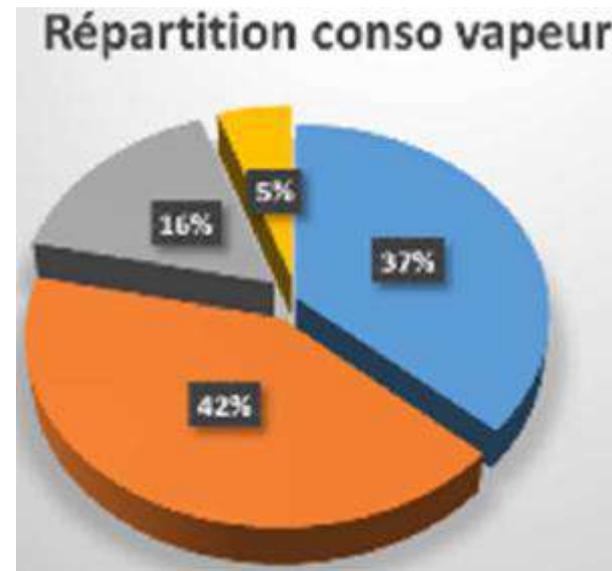


- Récupération de condensats:
 - Jusqu'à 15% de chaleur contenue dans les condensats selon la pression
 - Evaluer le taux de retour

Source: support de formation PNEE Vapeur - Optinergie

Usages de vapeur

- Variété des process étudiés:
 - Stérilisation de conserves
 - Pasteurisation de lait
 - Cuissons
 - Raffinage d'huile
 - Etc
- Faire un bilan vapeur du site



- Pour réduire les consommations dans les usages, l'auditeur vapeur est en limite de compétence: dialogue avec l'entreprise

Quelques pistes sur les usages vapeur

1/ Réduction des pertes thermiques – Isolation – étanchéité des équipements chauds

2/ Choix des températures de process

- Ex1: choix et contrôles des températures des bains en teinturerie (développement des bains dits « à froid »)
- Ex 2: choix des températures dans les tanks de lavage (Cleaning in Place)
 - Si au lieu de chauffer un bain à 65°C, on peut le chauffer à seulement 60°C, on réduit la consommation de vapeur de plus de 10%

3/ Contrôle des températures de process - Ex sur un site PNEE: automatisation de l'admission de vapeur en fonction de la température :

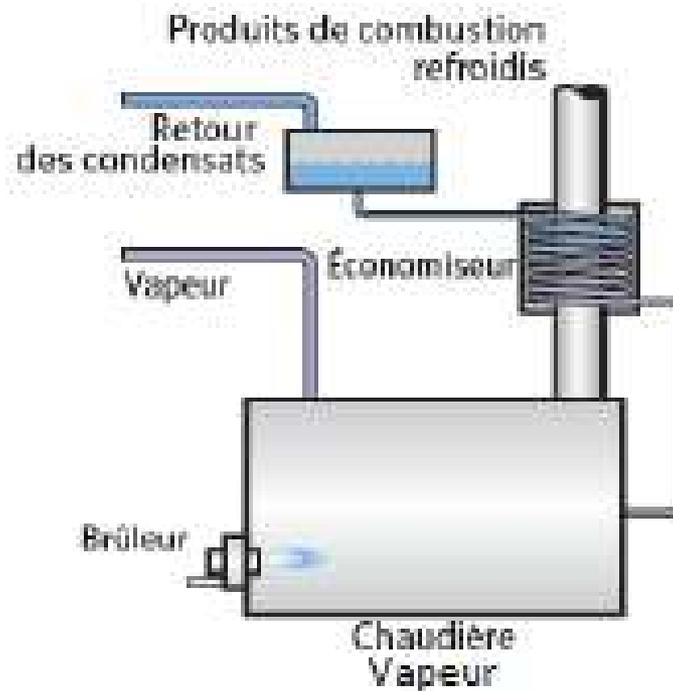
- gain estimé de 10% sur la vapeur
- Mais aussi meilleure maîtrise du process, standardisation de la production

Usages de la vapeur

- Récupération de chaleur
- Dans presque tous les sites: opportunités de récupération de chaleur sur process
 - La source chaude peut être un produit ou un effluent liquide
 - Ou une extraction gazeuse: air chaud, fumées de combustion, buées en sorties de séchage
- Des potentiels souvent élevés, mais des projets difficiles à mettre en œuvre
- Analyse au cas par cas à mener
- Des projets souvent pénalisés par un fonctionnement discontinu des entreprises

Usages de la vapeur

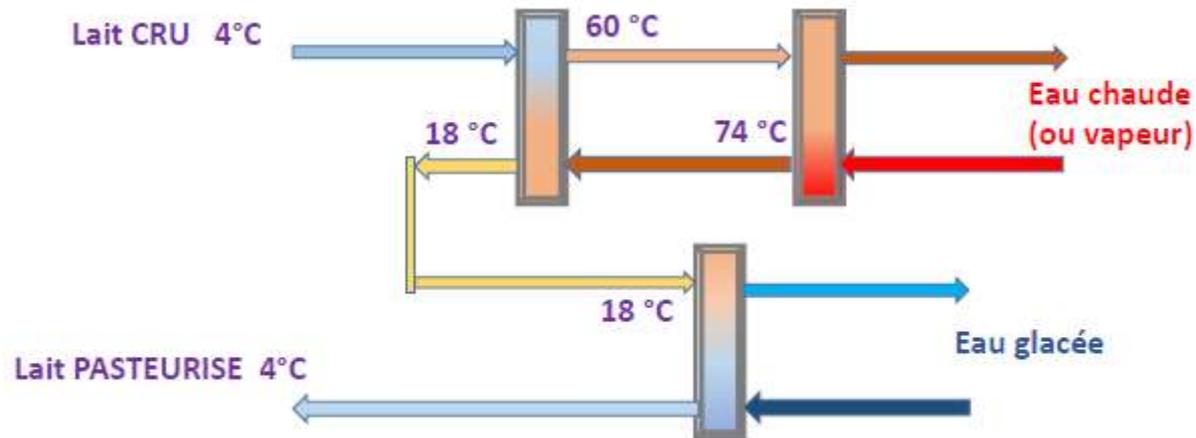
- Economiseur en chaufferie



Source: rapport d'audit PNEE Textile – Ferest Ing

Usages de la vapeur

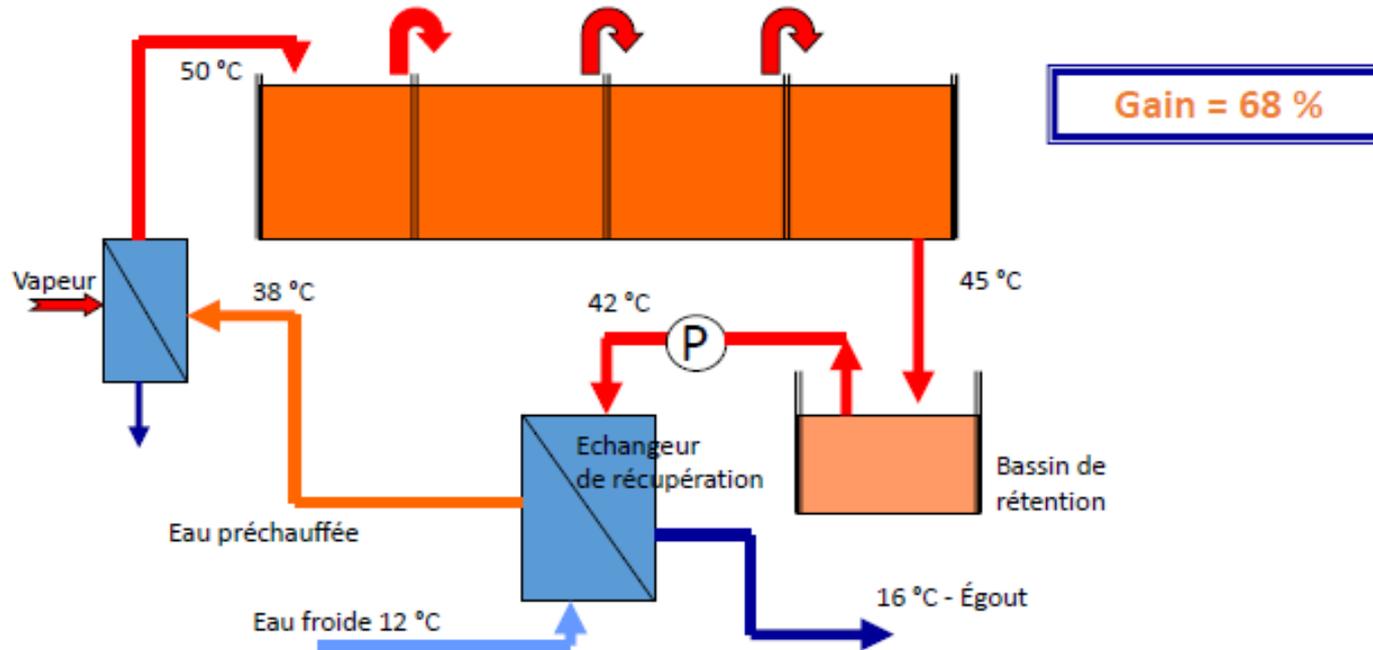
- Exemple en laiterie



Source: support de formation PNEE Vapeur - Optinergie

Usages de la vapeur

Exemple laveuse en textile ou laveuse de bouteilles



- Basses températures de récupération: pincement – taille de l'échangeur
- Question de la qualité de l'effluent, traitement éventuel
- Encombrement
- Pertes de charge

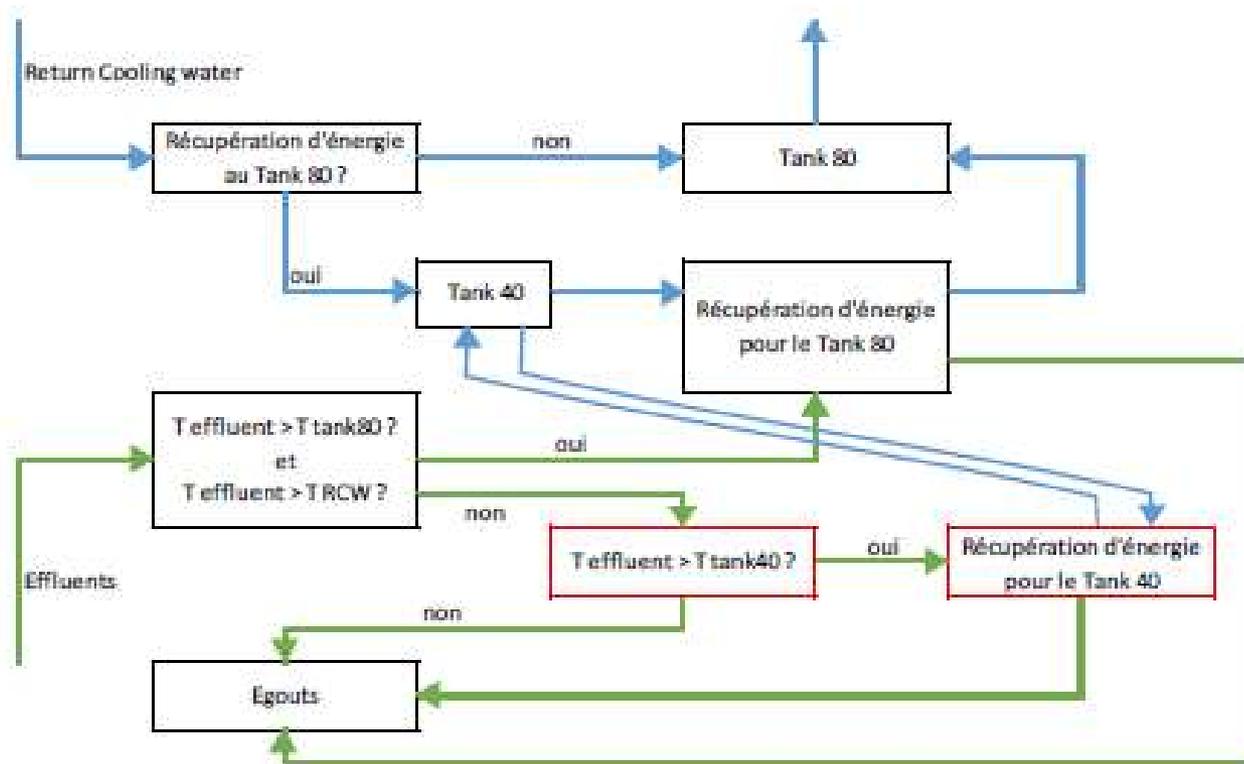
Source: support de formation PNEE Vapeur - Optinergie

Usages de la vapeur

Exemple : récupération de chaleur en teinturerie

L'optimisation passe par une conception soignée et une exploitation reposant sur des automatismes

La non simultanée de la récupération et de l'utilisation: stockage



Usages de la vapeur

Exemple : récupération de chaleur sur air comprimé

Question de l'éloignement entre point de récupération et lieu d'utilisation



Source: rapport PNEE Textile – Ferest Ing

Usages de vapeur

- Dans plusieurs sites, une récupération de chaleur existe mais a « vieilli », par ex:
 - Usure des échangeurs de chaleur, pertes de performance
 - Dysfonctionnements et mise hors service progressive des automatismes – L'optimisation est souvent très difficile par le seul contrôle manue
 - Les paramètres de fonctionnement des process ont changé (températures par ex), l'installation n'est plus optimisée

Air Comprimé

- Recherche de fuites – mise en place de procédures
Ex: purgeur de condensats fuyard, identifié par une étiquette



Source: support formation PNEE Air Comprimé – Air Profil

Air Comprimé

- Variété des usages - Remise en cause de l'usage AK
- Choix des pressions
- Contrôle des usages par électrovannes



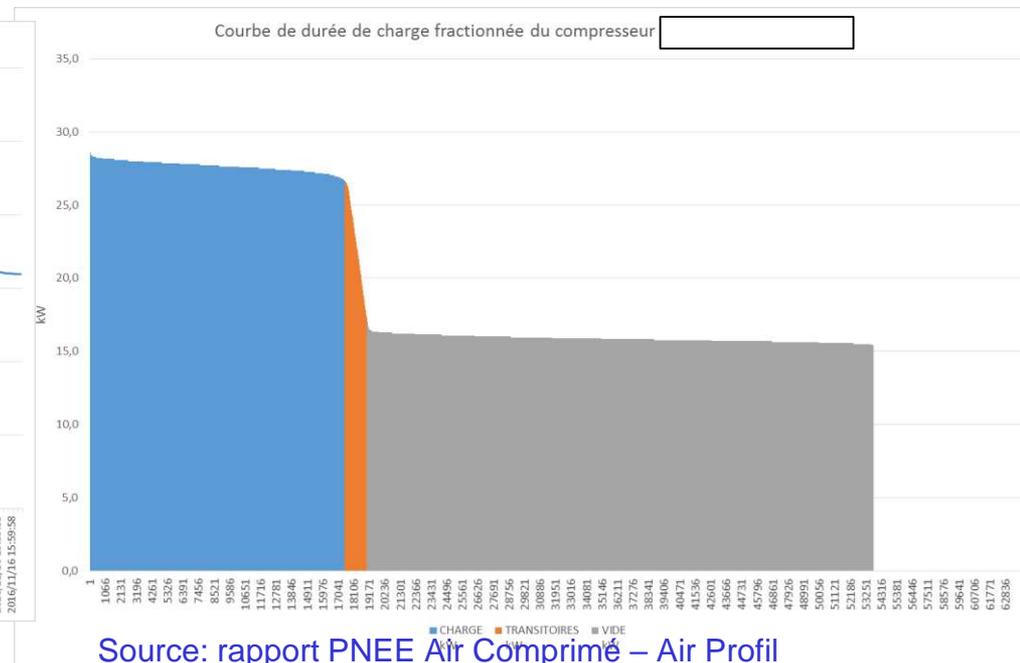
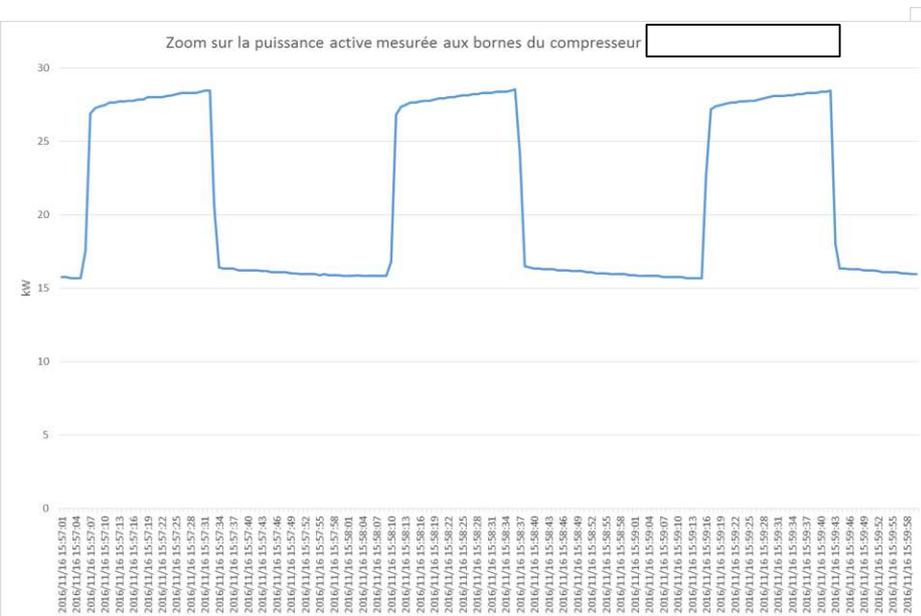
Source: rapport PNEE Textile – Ferest Ing

Air Comprimé - Régulation

- Détendeurs
- On/off
- Marche à vide: attention au surdimensionnement des compresseurs
- Stratégie d'utilisation des compresseurs - automate centralisé de gestion de l'engagement des compresseurs d'air
- Variation de vitesse

Air Comprimé - Régulation

- Marche à vide: Ex ci-dessous: puissance à vide(16 kW): plus de 50% de la puissance en charge (28 – 29 kW)
 - Taux de charge faible: le compresseur est surdimensionné
- Variation de vitesse réduirait les surconsommations



Source: rapport PNEE Air Comprimé – Air Profil

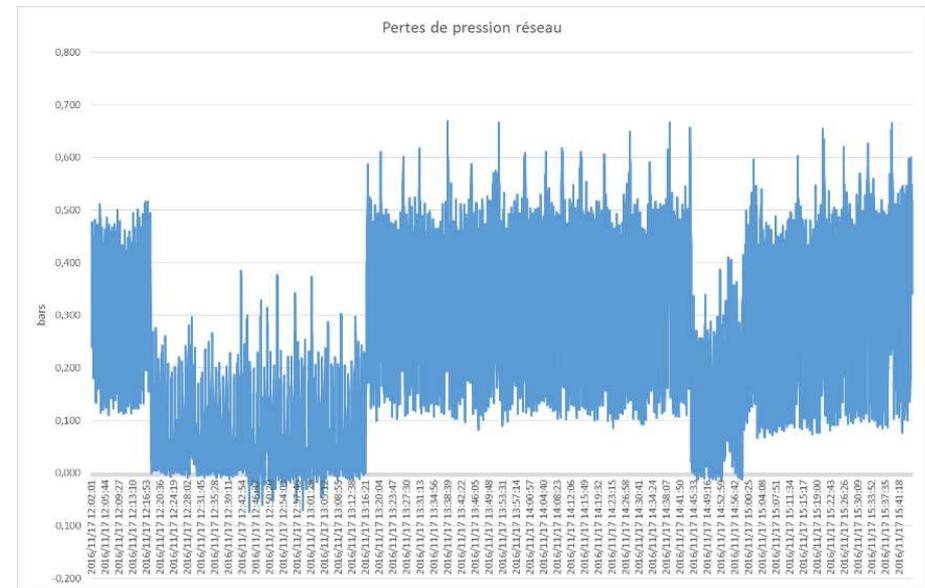
Air Comprimé

- Comparaison production centralisée – décentralisée
- Ex sur un audit PNEE: deux centrales de production d'air comprimé surdimensionnées – réseaux séparés
- Interconnexion des deux réseaux:
 - Meilleure utilisation des compresseurs
 - Gain de 20% sur la consommation des deux centrales
 - Temps de retour de 1,3 ans

Air Comprimé

Comparaison production centralisée – décentralisée

- Ex audit PNEE: réseau sous-dimensionné = pertes de charge élevée
- L'entreprise doit alors augmenter la pression de production
 - Augmentation de la consommation du compresseur en Wh/Nm³
 - Augmentation de la consommation d'air comprimé en Nm³
- Redimensionnement du réseau sur 150 m
 - 10% de gain énergétique
 - Meilleure stabilité de la pression aux points d'usage
 - Temps de retour: 3 ans



Source: rapport PNEE Air Comprimé – Air Profil

Energy Efficiency potential in the audited sites

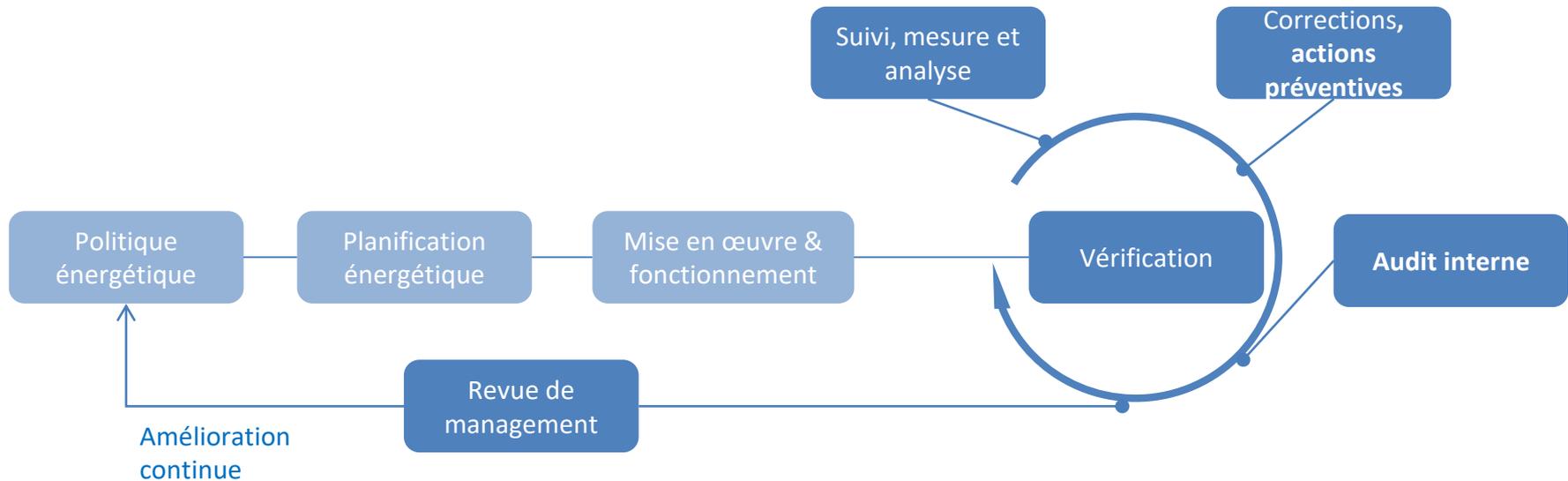
		Sites vapeur	Pilote Vapeur	Sites Textile	Sites Air Comprimé	Total 3 groupes
Facture énergie des systèmes dans le périmètre des audits:						
- chaufferie pour groupe Vapeur,						
- air comprimé pour le groupe Air Comprimé,						
- ensemble du site pour le groupe Textile						
Total facture énergie	kRs/an	28 510	121 175	190 946		
Recommandations TRB < 7 ans						
Total gains sur facture énergie	kRs/an	3 882	29 836	18 161		
gains en % de la facture énergie	%	13,6%	24,6%	9,5%		
Investissement	kRs	9 854	12 570	66 648		
TRB moyen	ans	2,5	0,4	3,7		
GES évités	t CO2/an	1 523		8 197		
source: Données estimées par l'Assistance Technique sur la base des rapports d'audits						

Examples of Energy Efficiency potential

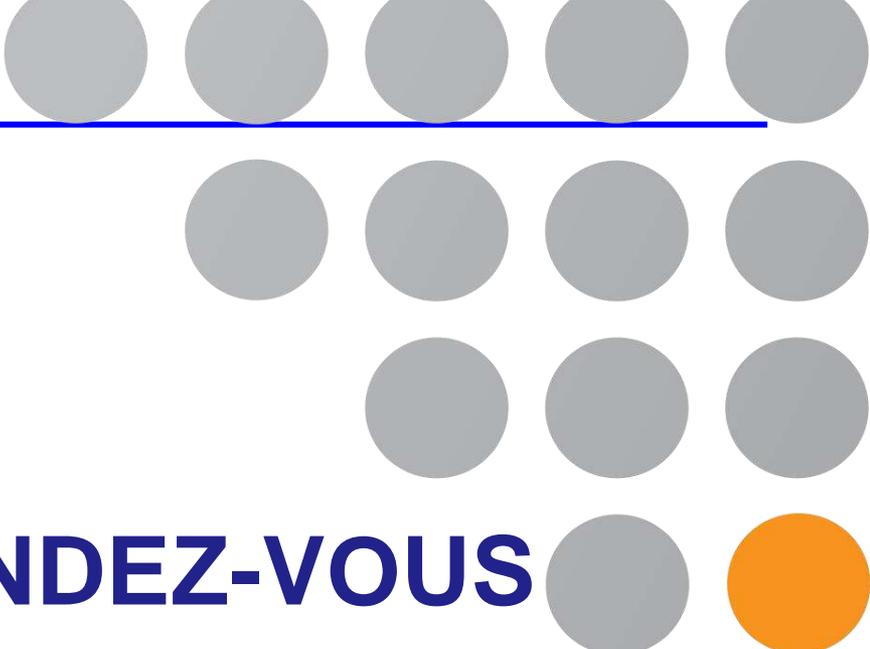
	Groups Steam, Compressed Air, Textile	Savings	Cost	PBP
	Some examples of potential from energy audit reports	kRs/year	kRs	years
Pay Back Period < 6 months	Manual control of combustion in steam boiler	205	51	0,2
	Repairing steam leaks	88	44	0,5
	Repairing compressed air leaks	294	120	0,4
Pay Back Period between 6 months and 7 years	Thermal insulation of steam pipes and valves	144	404	2,8
	Heat recovery on process	481	900	1,9
	Automatic control of combustion in steam boiler	282	1 978	7,0
	Variable speed drive on fans in textile process	556	2 759	5,0
	Resizing compressed air pipes	66	198	3,0
Pay Back Period > 7 years	Automatic control of temperature in process	162	1 800	11,1
	Replacing process	2 500	27 000	10,8
	replacing old coal fired boiler by a new one	1 477	18 000	12,2
	Heat recovery on process	2 894	21 696	7,5

Energy Management System

as per norm ISO 50001



- Strong involvement of the top management
- Designation of responsables with sufficient authority, expertise and resources (including time)
- Participation and motivation of all employees
- Continuous improving based on reporting



NOS PROCHAINS RENDEZ-VOUS

27 juillet - Breakfast PNEE-Management de l'énergie

31 août - Breakfast PNEE-Financement de projets

28 septembre- Breakfast PNEE-Grande Distribution

26 octobre - Breakfast PNEE-Pompes/Ventilateurs

30 novembre - Breakfast PNEE-Eau chaude solaire

Breakfast

2017 Année de l'efficacité énergétique à Maurice

Management de l'Énergie



Programme National
d'Efficacité Énergétique

27 juillet 2017 - Ebène

PARTENAIRES DE BUSINESS MAURITIUS



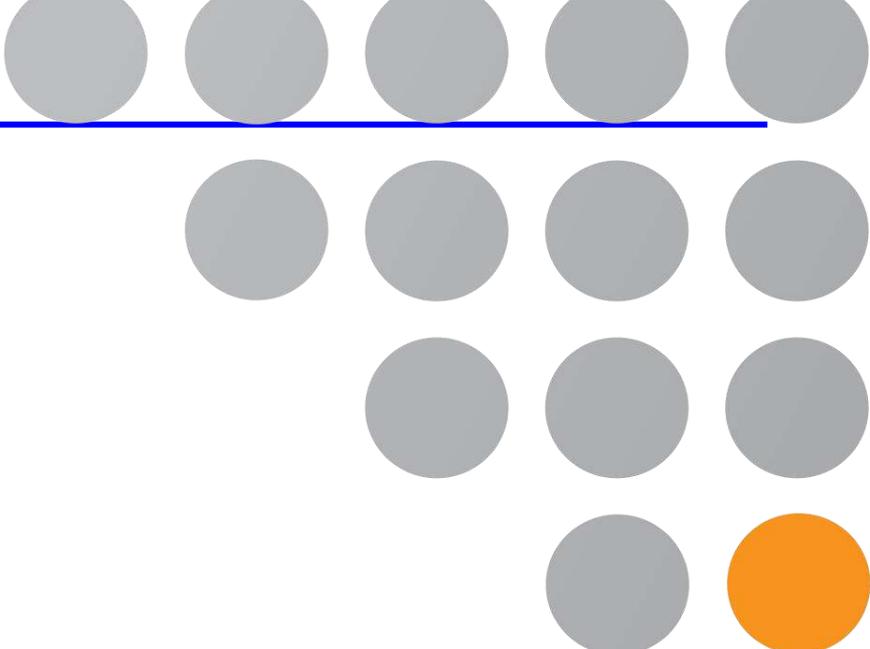
L'efficacité énergétique en entreprise est un pilier de la
dynamique de transition énergétique portée par Business Mauritius

lenerzi

Nou lenerzi
Mauritius achieving energy transition

now
lenerzi

Nou lenerzi
Mauritius achieving energy transition



NOS RENDEZ-VOUS

27 avril – Breakfast PNEE-Hôtelier

25 mai – Breakfast PNEE-Froid

29 juin – Breakfast PNEE-Textile/Vapeur/Air Comprimé

27 juillet - Breakfast PNEE-Management de l'énergie

31 août - Breakfast PNEE-Financement de projets

28 septembre- Breakfast PNEE-Grande Distribution

26 octobre - Breakfast PNEE-Pompes/Ventilateurs

30 novembre - Breakfast PNEE-Eau chaude solaire

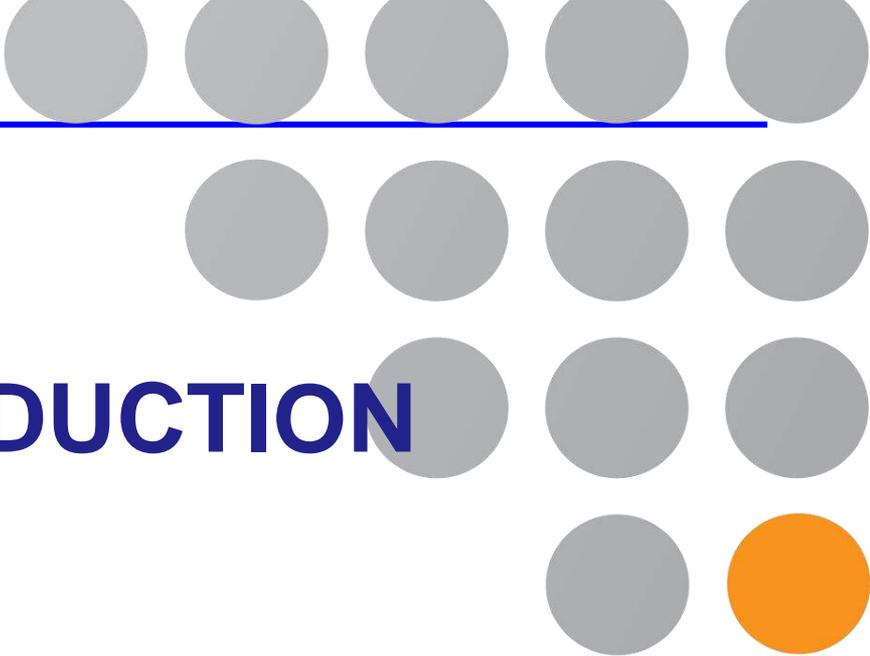


CADRE REGLEMENTAIRE DE L'ENERGIE

Electricity Act 1939 (amendé en 1991)

Central Electricity Act 1964

Utility Regulatory Authority 2005 (amendé en 2008 et promulgué en 2016)



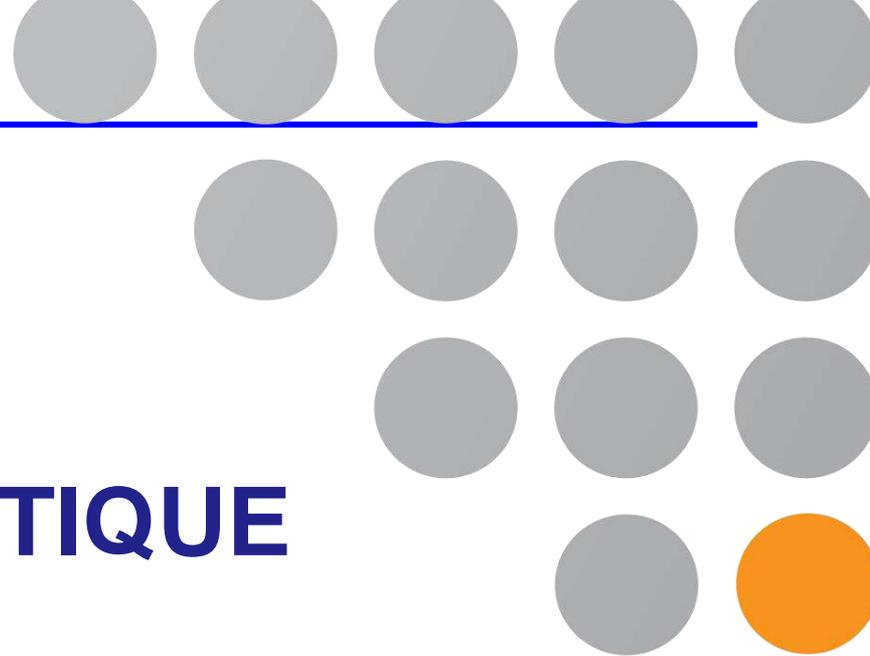
MECANISME DE PRODUCTION D'ENERGIES

IPP : Independant Power Producer (one to one basis)

Tender for solar or wind plants

SSDG – Small Scale Distributed Generation – CEB Net Metering Scheme (2015 Phase 1 & 2017 Phase 2)

MSDG – Medium Scale Distributed Generation – CEB Net Metering Scheme (2016 Phase 1)

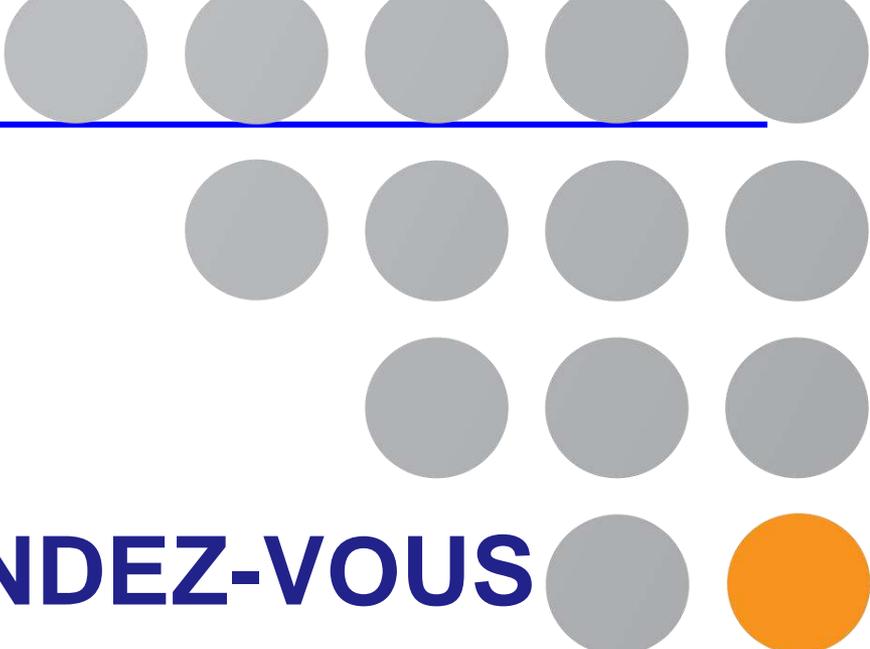


EFFICACITÉ ÉNERGETIQUE

Programme National d'Efficacité Energétique

- **Phase 1 : 2015 à 2017**
 - **88 audits énergétiques subventionnés et sur une base volontaire**
 - **Phase 2 : 2018 à 2020**

 - **Préparation/discussion autour de la mise en place de l'audit énergétique obligatoire (EEMO – Energy Efficiency Management Office) – Energy Efficiency Act**
-



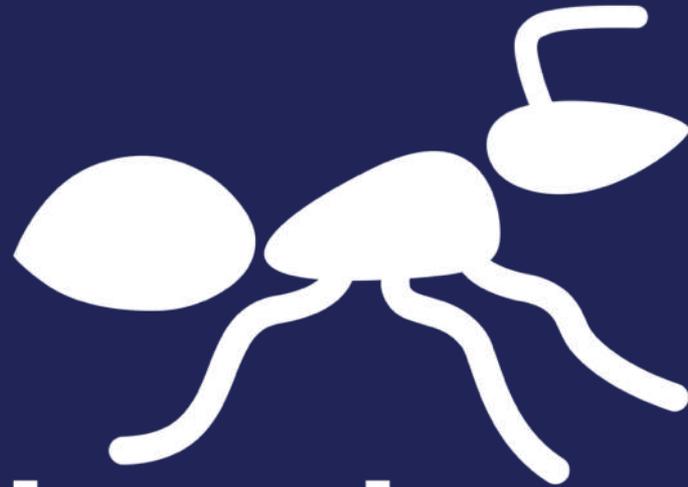
NOS PROCHAINS RENDEZ-VOUS

31 août - Breakfast PNEE-Financement de projets

28 septembre- Breakfast PNEE-Grande Distribution

26 octobre - Breakfast PNEE-Pompes/Ventilateurs

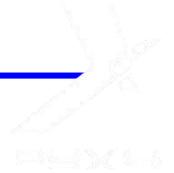
30 novembre - Breakfast PNEE-Eau chaude solaire



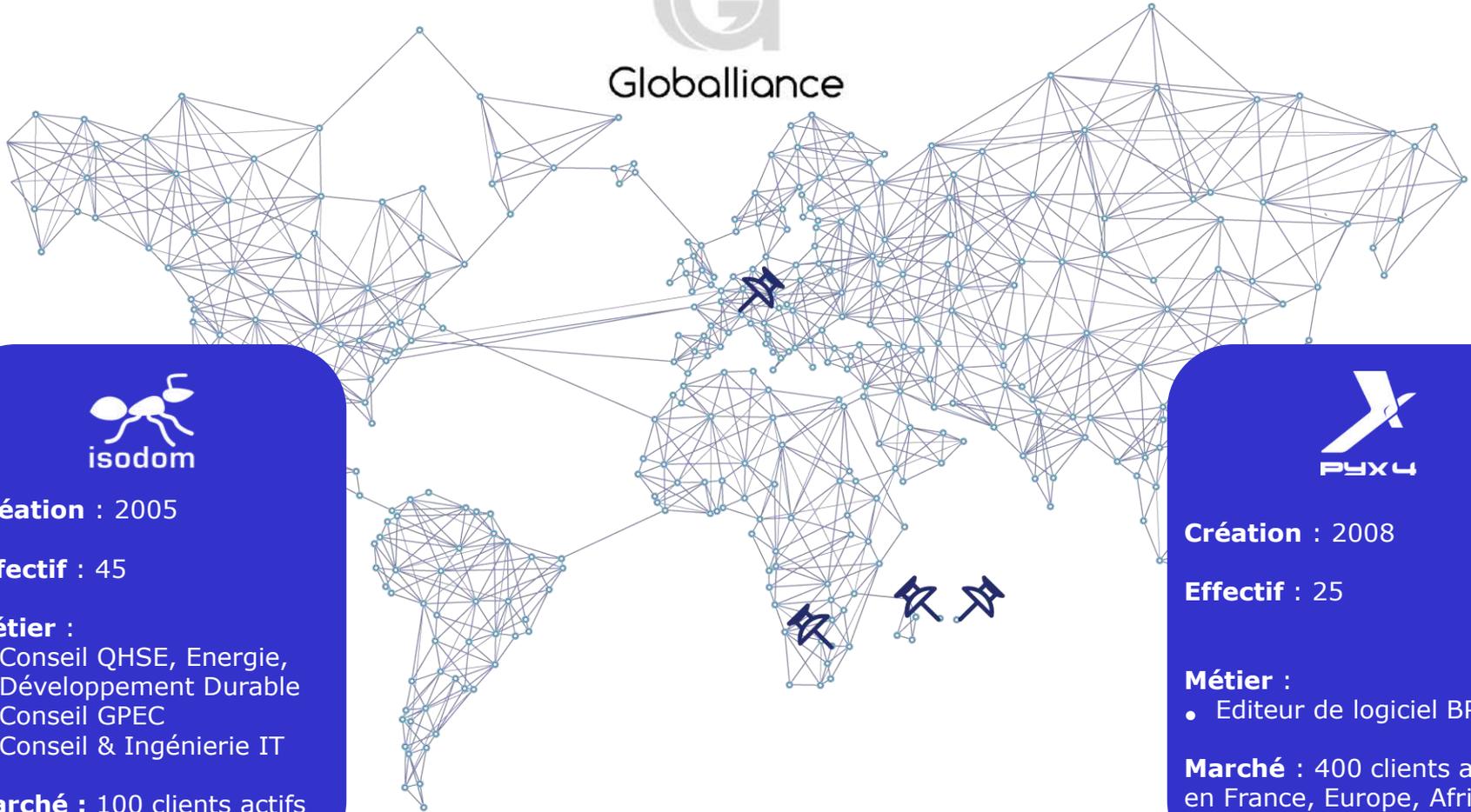
isodom

PERFORMANCE, SIMPLY HUMAN.

- Globalliance :
- 1 Groupe, 2 marques complémentaires



Globalliance



Création : 2005

Effectif : 45

Métier :

- Conseil QHSE, Energie, Développement Durable
- Conseil GPEC
- Conseil & Ingénierie IT

Marché : 100 clients actifs zone OI et France



Création : 2008

Effectif : 25

Métier :

- Editeur de logiciel BPM

Marché : 400 clients actifs en France, Europe, Afrique, Amérique du Nord



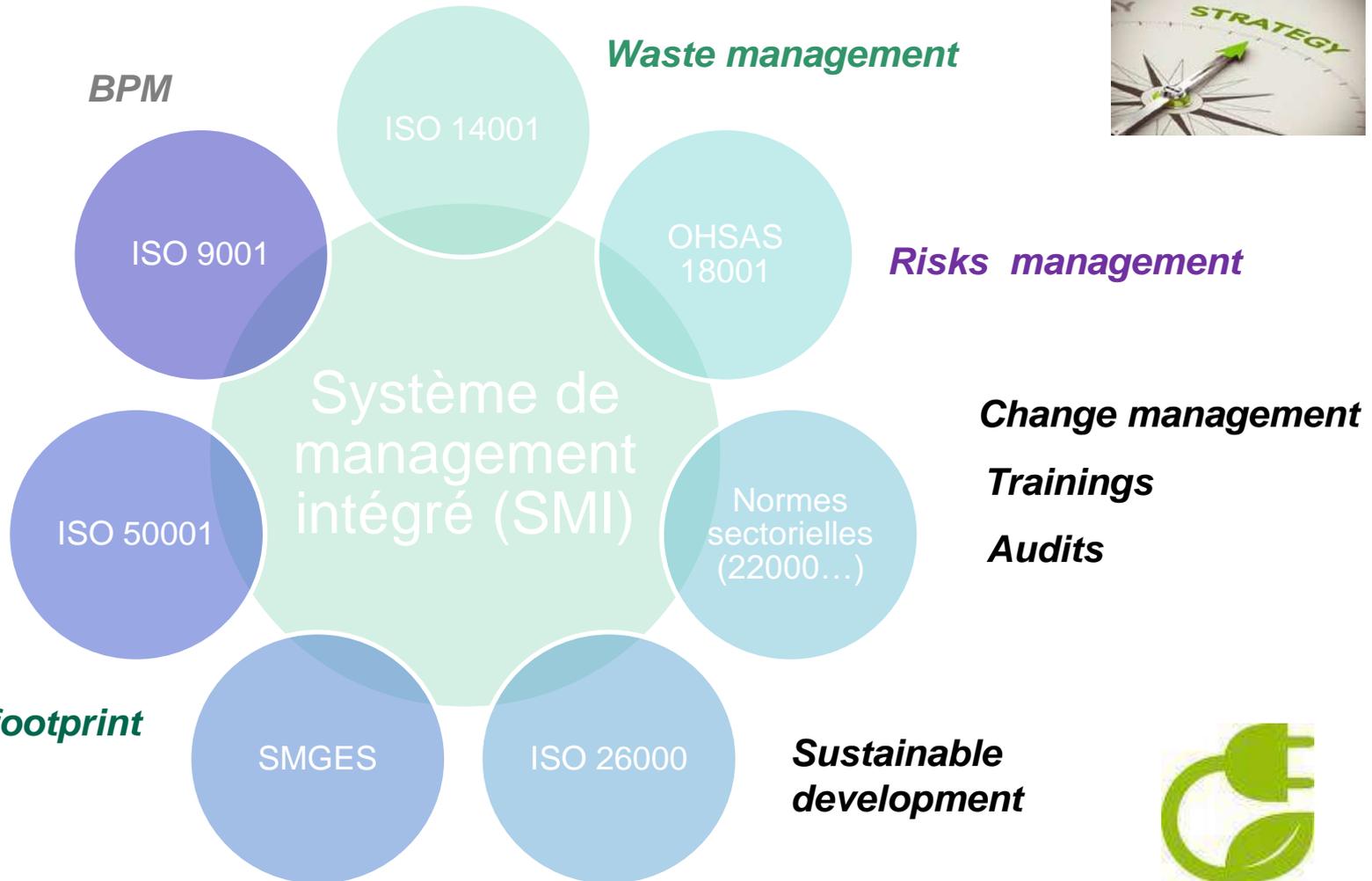
Domaines d'expertise ISODOM

- Intégration des systèmes de management



BPM

Waste management



Domaines d'expertise ISODOM

- Notre retour d'expérience
 - Accompagnement ISO 50001 ; ISO 14001
 - Réalisation de Bilans des Emissions de GES (entreprises et transport)
 - Plan de déplacement entreprise
 - Veille réglementaire

La Réunion
– Mayotte



Maurice

-
- ISO 50001 – système de management de l'énergie

- **Ordre du jour**

- 1. Historique et fondamentaux**

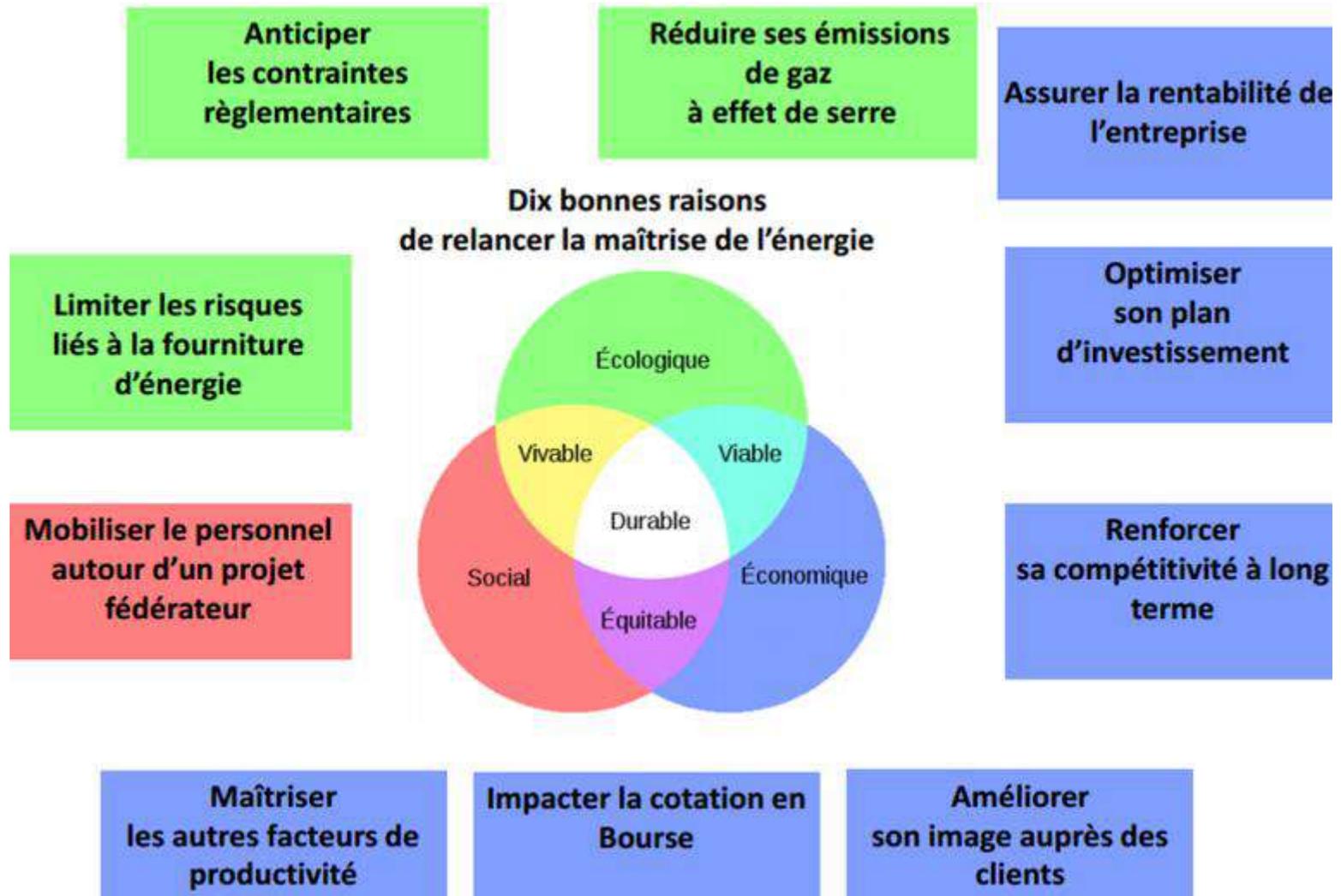
2. Méthodologie projet

3. Planning



ISO 50001

- Une réponse aux enjeux énergétiques



ISO 50001

- Les dates clés

2003-2005

- Démarche volontaire en Suède puis en Irlande

2008

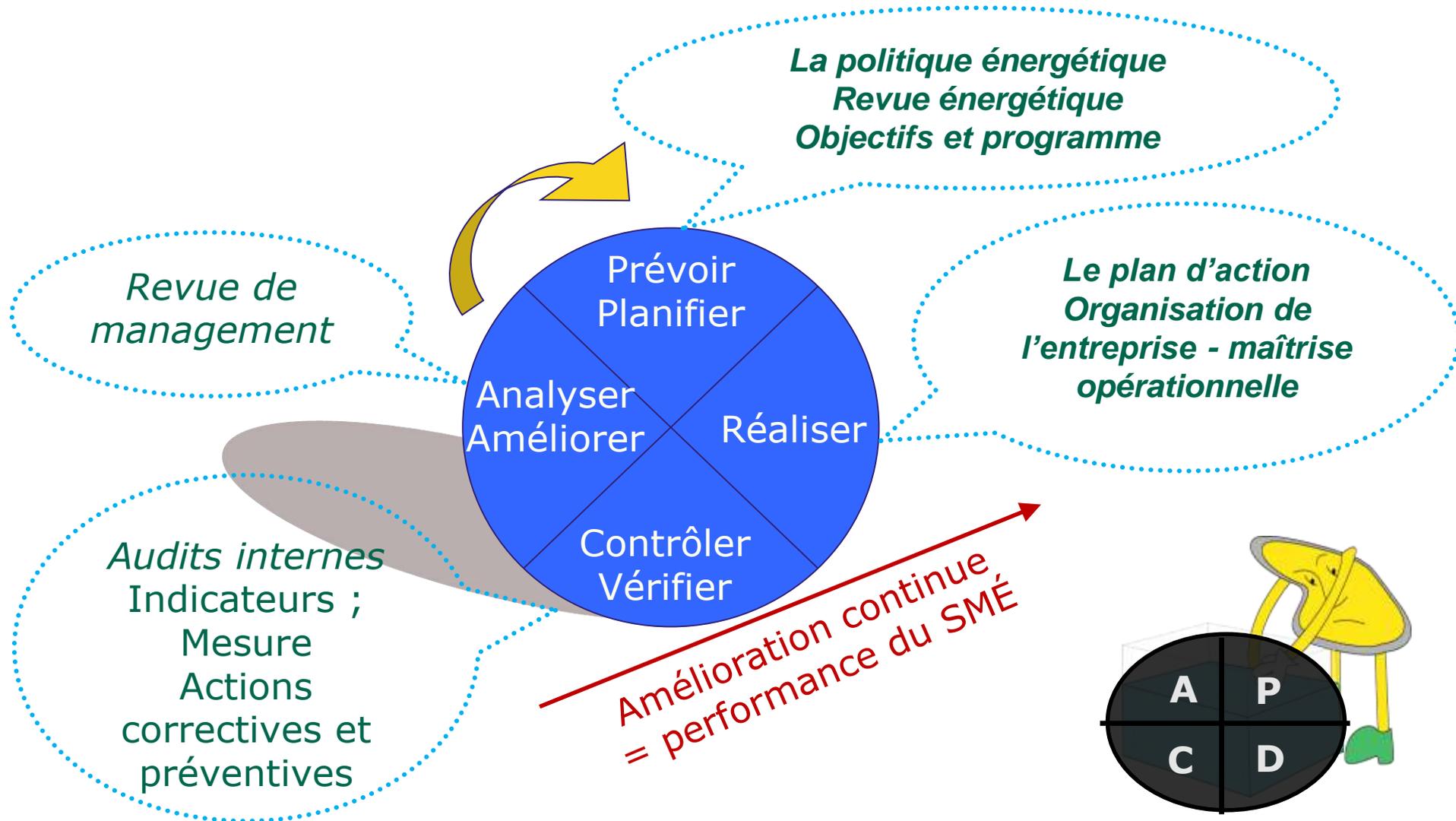
- Création d'un comité de projet ISO/PC 242 (CENELEC) au sein de l'ISO, piloté par Etats-Unis et le Brésil

2009

- Parution de la norme européenne EN 16001 « Systèmes de management de l'énergie » - recommandations de mise en œuvre
 - Parution de la norme européenne ISO 50001 « Systèmes de management de l'énergie » - recommandations de mise en œuvre
-

ISO 50001 : les fondements généraux

- L'amélioration continue



-
- ISO 50001 – système de management de l'énergie

- **Ordre du jour**

1. Historique et fondamentaux

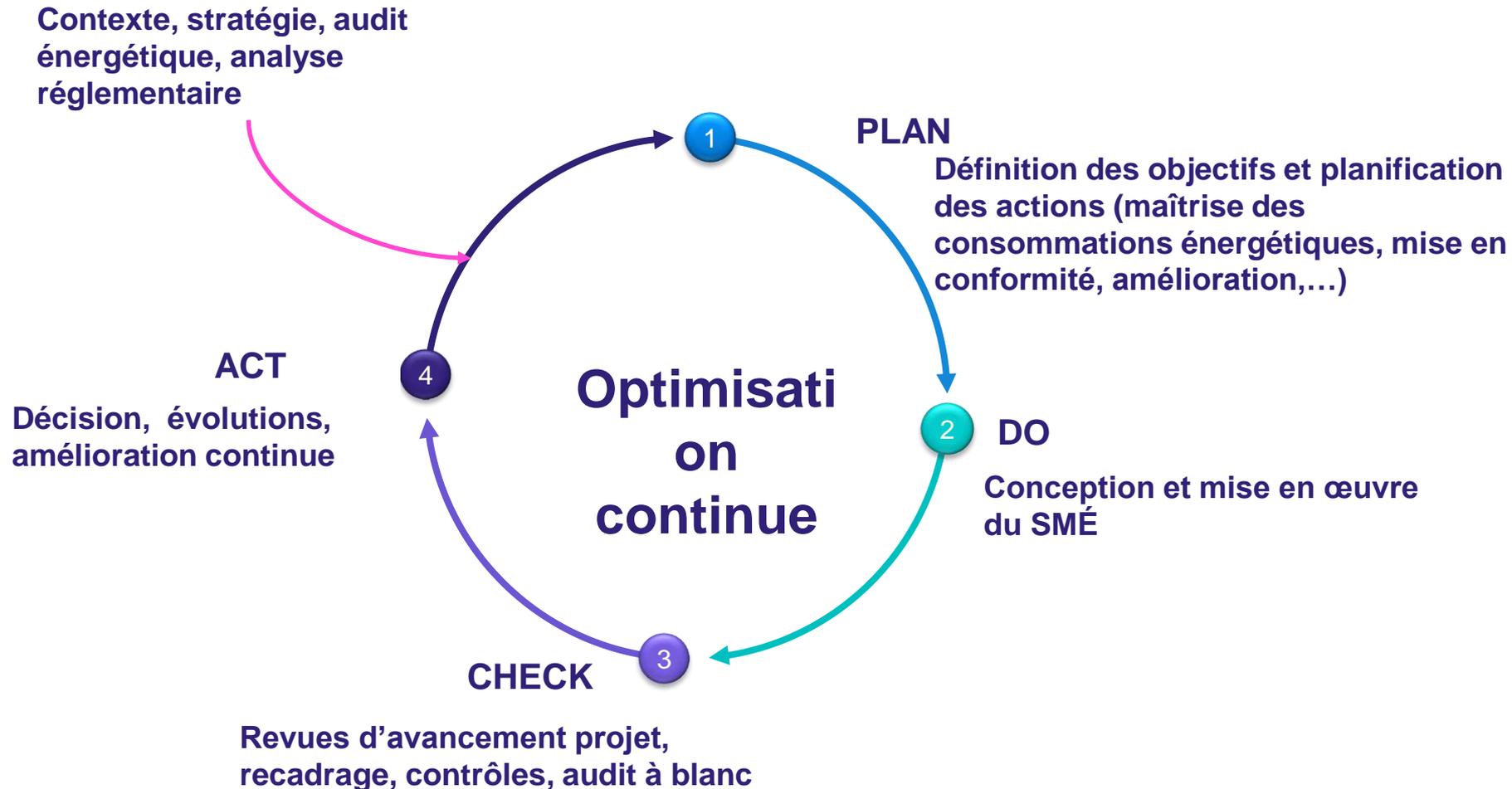
2. **Méthodologie projet**

3. Planning du projet



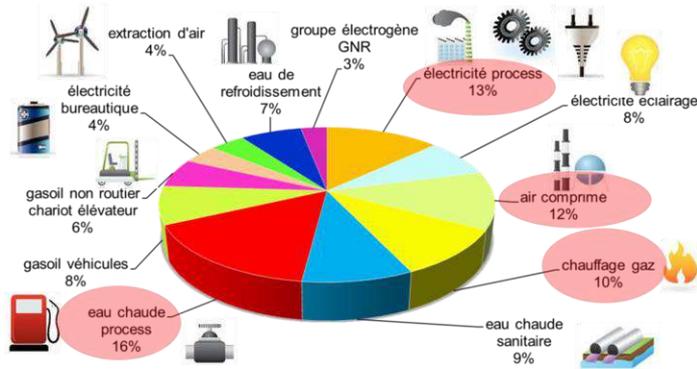
Systeme de management de l'énergie

- Méthodologie projet



Systeme de management de l'énergie

- Revue énergétique (§ 4.4.3 norme ISO 50001)



Usages énergétiques significatifs

Définition des objectifs, cibles et programmes et indicateurs de performance

Consommation de référence

Evaluation et hiérarchisation des usages

Identification des usages et consommations énergétiques

Exigences légales et autres exigences

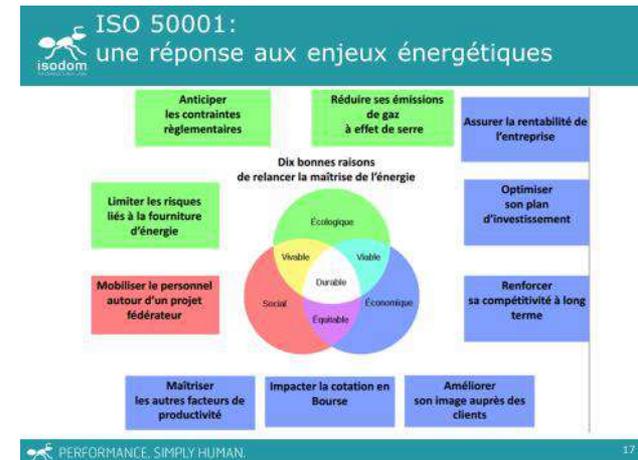
Audits énergétiques (dans le cadre du PNEE)

Systeme de management de l'énergie

- Méthodologie et Outils

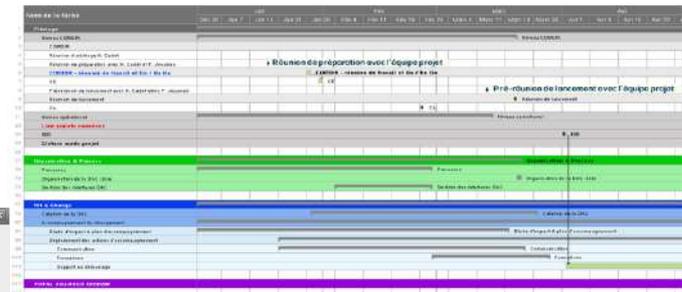
– Adhésion des acteurs

- Sensibilisation initiale du COPIL sur l'ISO 50001



- Pilotage simple et adapté
- Smartsheet

Diagramme de GANTT Sous Smartsheet



-
- ISO 50001 – système de management de l'énergie

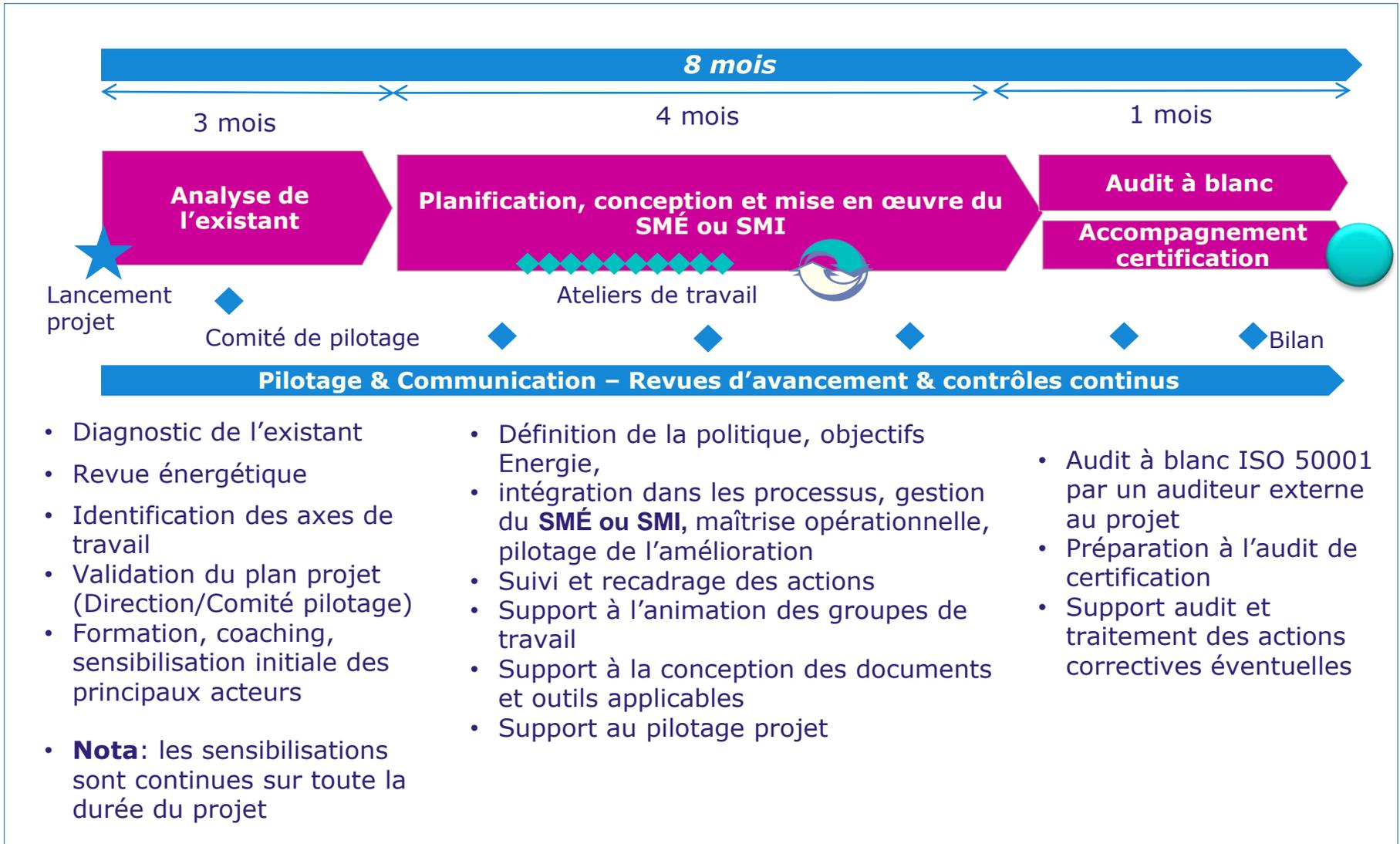
- **Ordre du jour**

1. Historique et fondamentaux
2. Méthodologie projet
3. **Planning**



Systeme de management de l'énergie

- Planning projet

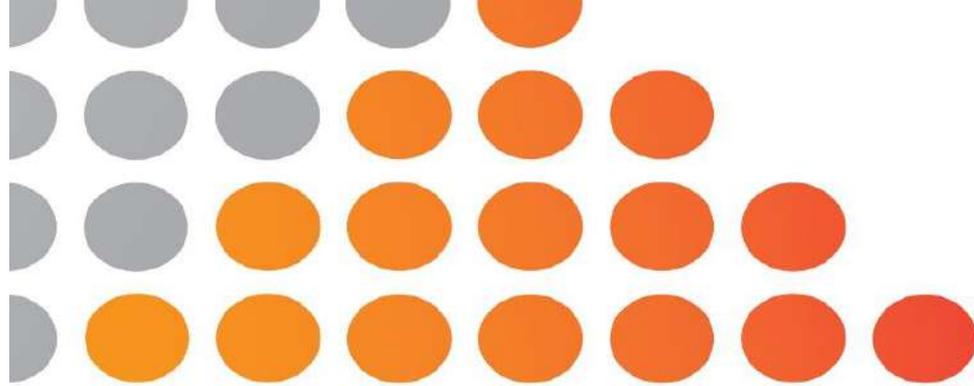


-
- Nancy BADILAS
 - +262 692 41 75 77
 - nbadilas@isodom.com

- Rachel TOULET
- +230 5421 5230
- rtoulet@isodom.com

Arnaud DAVID
+262 692 44 44 23
adavid@isodom.com

- ISODOM Mauritius Ltd – Ebène Junction Building – Rue de la Démocratie – 3rd floor, Office 303 – EBENE
 - Tel: +230 467 2497
- ISODOM Réunion - Centre d'affaires Cadjee - 62, Bd du Chaudron - 97490 SAINTE CLOTILDE - LA REUNION
 - Tel: +262 262 56 21 25



Breakfast

2017 Année de l'efficacité énergétique à Maurice

Financement de projets



Programme National
d'Efficacité Énergétique

31 août 2017 - Ebène

PARTENAIRES DE BUSINESS MAURITIUS



L'efficacité énergétique en entreprise est un pilier de la
dynamique de transition énergétique portée par Business Mauritius



Nou lenerzi
Mauritius achieving energy transition

now
lenerzi

Nou lenerzi
Mauritius achieving energy transition



DÉROULÉ DU BREAKFAST

Financement pour des études de projets

Outils de financement de l'AFD (Ligne de crédit, garantie)

Contrat de performance énergétique / BOT

Fond d'investissement

Crédit carbone



Quels outils de financement
pour l'énergie à Maurice ?

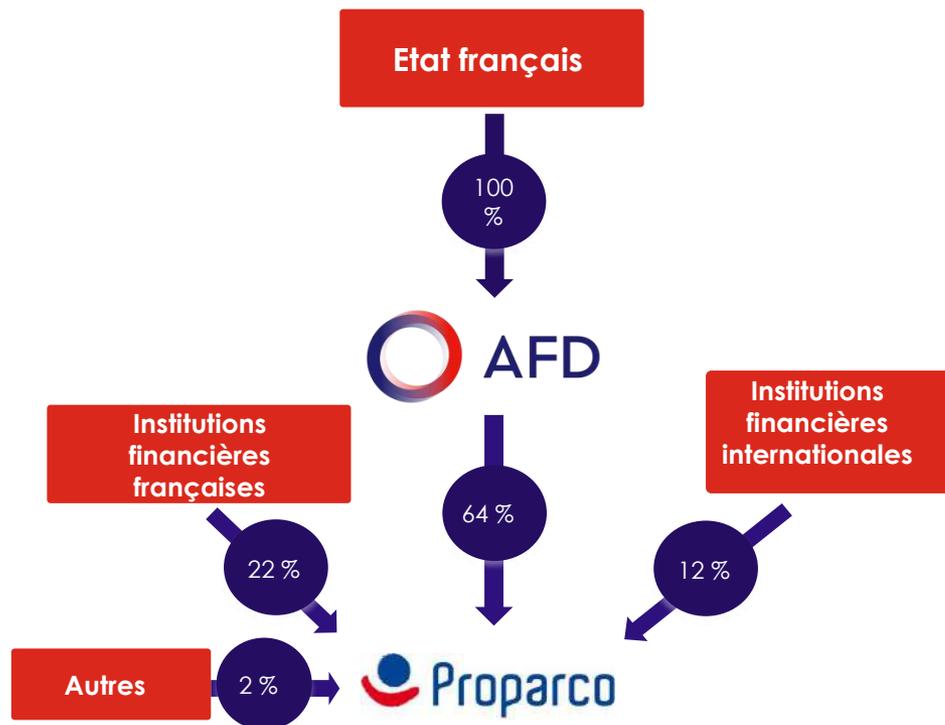
Breakfast PNEE - Business Mauritius

#WorldInCommon

AGENCE FRANÇAISE DE DÉVELOPPEMENT | FRENCH DEVELOPMENT AGENCY

AFD est la banque de développement de la France

Objectif: Soutenir un développement qui soit durable économiquement socialement, et environnementalement



- Année de création :
 - AFD: 1941
 - Proparco: 1977
- Couverture : 108 pays d'intervention
- Nvx engagements : 9,3Mds EUR (2016)

LA STRATEGIE DE L'AFD A MAURICE

- Début des interventions à Maurice de 1975 à 1995
- Retour depuis 2007: La Transition énergétique et environnementale est un axe transversal aux opérations :

Objectif: Accompagner Maurice vers un modèle de développement plus inclusif, plus respectueux de l'environnement et plus résilient aux chocs externes et aux effets du changement climatique. Plus spécifiquement, notre action consiste à :

Améliorer la qualité des infrastructures



Accompagner un développement plus respectueux de l'environnement et sobre en carbone



Renforcer la résilience de l'île face aux effets du changement climatique

Principaux outils déployés à Maurice pour soutenir le secteur de l'énergie notamment

Fonds propres



Ligne de crédit verte



Garanties pour PME



Principaux outils déployés à Maurice pour soutenir le secteur de l'énergie notamment

Fonds propres



Ligne de crédit verte



Garanties pour PME



Les outils de financement de l'AFD:

LE DISPOSITIF SUNREF

SUNREF (Sustainable Use of Natural Resources and Energy Finance) accompagne depuis près de 10 ans la transition énergétique et environnementale à Maurice en aidant les acteurs privés à concrétiser leurs projets et en encourageant les institutions financières locales à les financer à travers **2 lignes de crédit** :

● **SUNREF : 2008 - 2013**

- Une ligne de 40 MEUR accordée à 4 banques partenaires
- Une prime à l'investissement de 12% accordée aux porteurs de projets
- Un dispositif destiné à soutenir la stratégie nationale « Maurice Ile Durable »

● **SUNREF 2: 2013 - 2017**

- Une ligne de 60 MEUR accordée à 2 banques partenaires
- Une prime à l'investissement de 8% accordée aux porteurs de projets
- Un Assistance Technique de 1,7 M EUR financée par l'UE et destinée aux banques et porteurs de projets

Les outils de financement de l'AFD:

LE DISPOSITIF SUNREF: Soumettre un projet

1. Client submits project to Bank and Bank verifies eligibility of investment



2. Bank addresses a Drawing Rights request to AFD, providing all necessary information



3. AFD approves the Project and Drawing Rights Request



4. Bank disburses its loan to client (one or multiple)



6. Client proceeds with investment and provides proof of investment to Bank



7. Bank disburses an "Investment Grant" equal to 8% of the loan to the client.

SUNREF : IMPACTS SUNREF I & II ET PERSPECTIVES POUR SUNREF III



SUNREF I



SUNREF II



SUNREF III

ATTENUATION

ADAPTATION

2008

2013

2017

- +150 projets financés
- Types de projets:
 - 69% Corporate; 31% Retail
 - 49% Energie renouvelable
 - 26% Efficacité Energétique
 - Diversité des secteurs: tourisme, agriculture, service, education, industrie etc.

Capitaliser sur les acquis de SUNREF I & II

- Encourager les investissements dans les technologies RE & EE « best in class »
- Permettre un accompagnement de proximité grâce à une AT avec plus de ressources

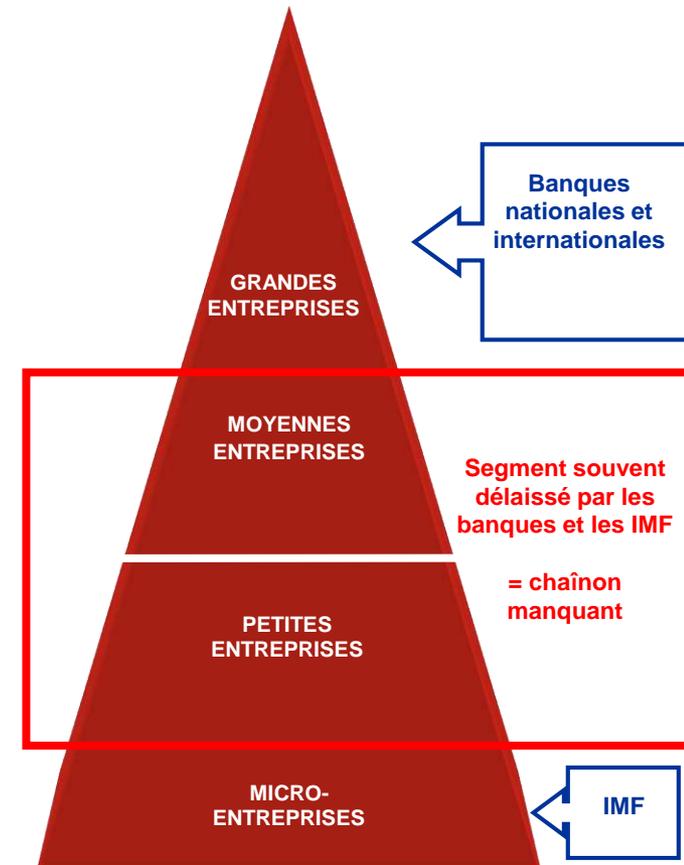
Cibler les secteurs/acteurs les plus vulnérables au changement climatique

- Agriculture
- Tourisme
- Pêche
- etc.

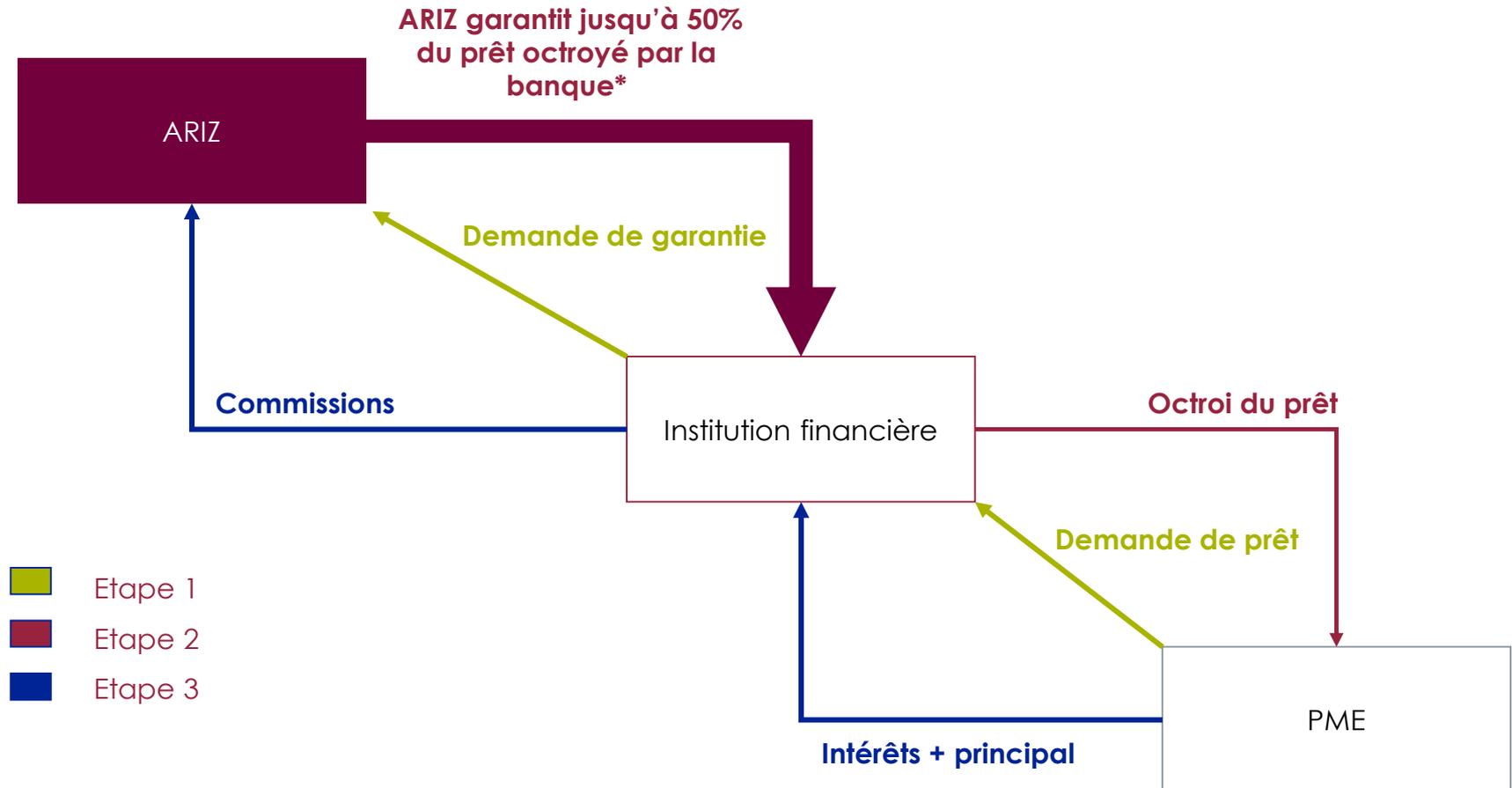
Les outils de financement de l'AFD:

LE DISPOSITIF ARIZ

- **Objectif d'ARIZ : Apporter une réponse au « chaînon manquant » de la mésofinance**
 - Faciliter l'accès au crédit des PME via un mécanisme de partage du risque de crédit avec les institutions financières qui soit flexible, simple d'utilisation et à coût attractif
- **Risques couverts**
 - Tous les risques de crédit sont couverts sur le capital prêté (et les intérêts au taux contractuel dans la limite d'un an), y compris le risque pays, le risque climatique et les catastrophes naturelles
- **Encours existant depuis 2008**
 - Montant: 5MEUR
 - 4 banques partenaires
 - N° de projets: Une trentaine de projets
 - Secteurs: Agriculture, tourisme, industrie, loisirs etc.

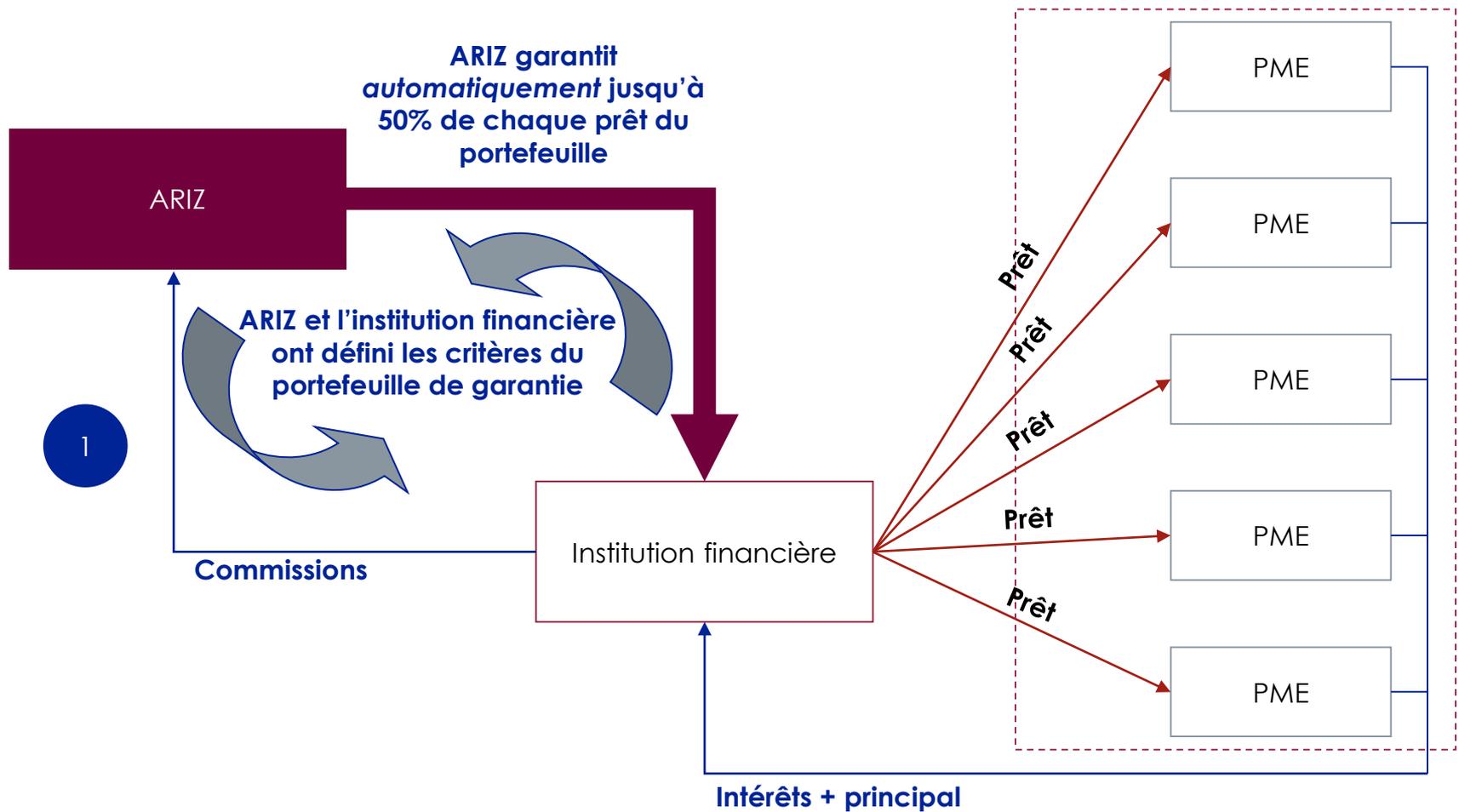


GARANTIE INDIVIDUELLE ARIZ



GARANTIE DE PORTEFEUILLE ARIZ

2



MERCI DE VOTRE ATTENTION

www.afd.fr



DÉROULÉ DU BREAKFAST

Financement pour des études de projets

Outils de financement de l'AFD (Ligne de crédit, garantie)

Contrat de performance énergétique / BOT

Fond d'investissement

Crédit carbone

Understanding Carbon Credits

1 ton of CO₂ emission avoided
1 carbon credit



+9 000 projects have been certified under carbon credits schemes since 2005.

+6000 projects are registered under the UNFCCC Clean Development Mechanism (CDM)

CO₂ emission avoided can be rewarded with one carbon credit.

1 billion USD of carbon credits transacted in 2014.

Eligible Projects

RENEWABLE ENERGY

- wind farms
- hydroelectric dams
- biomass cogeneration plants
- photovoltaic solar plants
- solar thermal power plants
- pico-hydro
- use of solar cookers
- use of solar lights

WASTE TREATMENT

- destruction of landfill methane-rich biogas
- avoidance of methane emissions through composting of household waste, treatment of industrial effluents by anaerobic or aerobic treatment, etc.

ENERGY EFFICIENCY

- converting a simple cycle power plant into a combined cycle power plant
- installation of more efficient boilers and turbines
- using energy saving lamps (CFL, LEDs).
- using improved stoves wood or charcoal to replace traditional stoves for cooking

FUEL SWITCH

- coal substitution by natural gas or fossil fuel by biomass for energy production.
- cement blending improvement to reduce the demand for clinker

+2.5 M€ revenues Expected Over 10 Years

QUADRAN

Quadran is a French based independant renewable energy producer. The group holds 200 employees and 220 plants under operation for a total installed capacity of 420 MW. The group turnover is estimated at 90 M. EUR: <http://www.quadran.fr>

The project is a 18 MW wind farm erected under a BOOT model in Plaine des Roches, Mauritius. The site is interconnected with the national grid. Quadran operates the wind farm for 20 to 25 years. Electricity is sold to the national utility, CEB. The project generates about 33,000 MWh of electricity, which is equivalent to the annual demand of 70,000 people. The renewable energy produced by the project avoids the equivalent combustion of 9,800 tons of fossil fuel per year. The project is also reducing Mauritius' heavy reliance on fossil fuels (mainly coal and diesel).

CLIENT : Quadran

COUNTRY : Mauritius

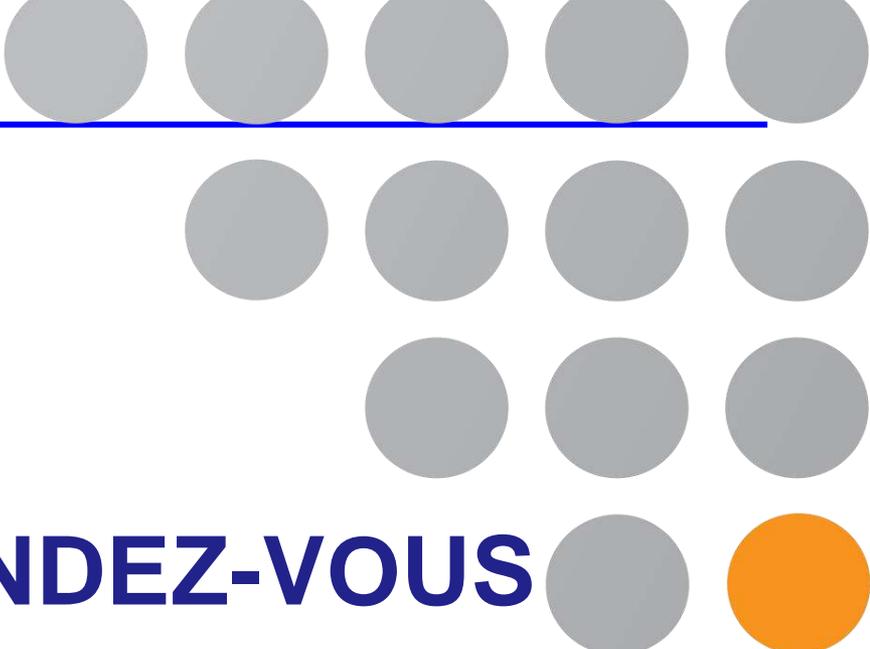
PROJECT : Wind Farm

VOLUME : 32,000 carbon credits / year

STANDARD : CDM

STATUS : Registered





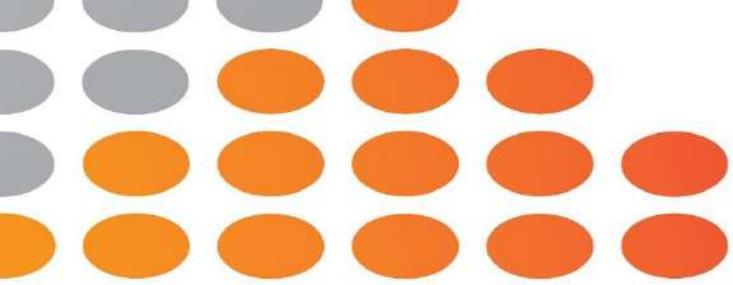
NOS PROCHAINS RENDEZ-VOUS

31 août - Breakfast PNEE-Financement de projets

28 septembre- Breakfast PNEE-Grande Distribution

26 octobre - Breakfast PNEE-Pompes/Ventilateurs

30 novembre - Breakfast PNEE-Eau chaude solaire



Breakfast

2017 Année de l'efficacité énergétique à Maurice



Grande Distribution

(Supermarchés & Centre Commerciaux)



BUSINESS MAURITIUS

Building our Future

PARTENAIRES DE BUSINESS MAURITIUS



L'efficacité énergétique en entreprise est un pilier de la dynamique de transition énergétique portée par Business Mauritius



Nou lenerzi
Mauritius achieving energy transition

28 septembre 2017 - Ebène





nou lenerzi

Nou lenerzi
Mauritius achieving energy transition

Partagez # noulenerzi



NOS PROCHAINS RENDEZ-VOUS

- ✓ 28 septembre Breakfast PNEE-Grande Distribution
- 26 octobre Breakfast PNEE-Pompes/Ventilateurs
- 30 novembre Breakfast PNEE-Eau chaude solaire

Club des Entrepreneurs pour la Transition Energétique



@BusinessMauritius



@PNEEofficiel

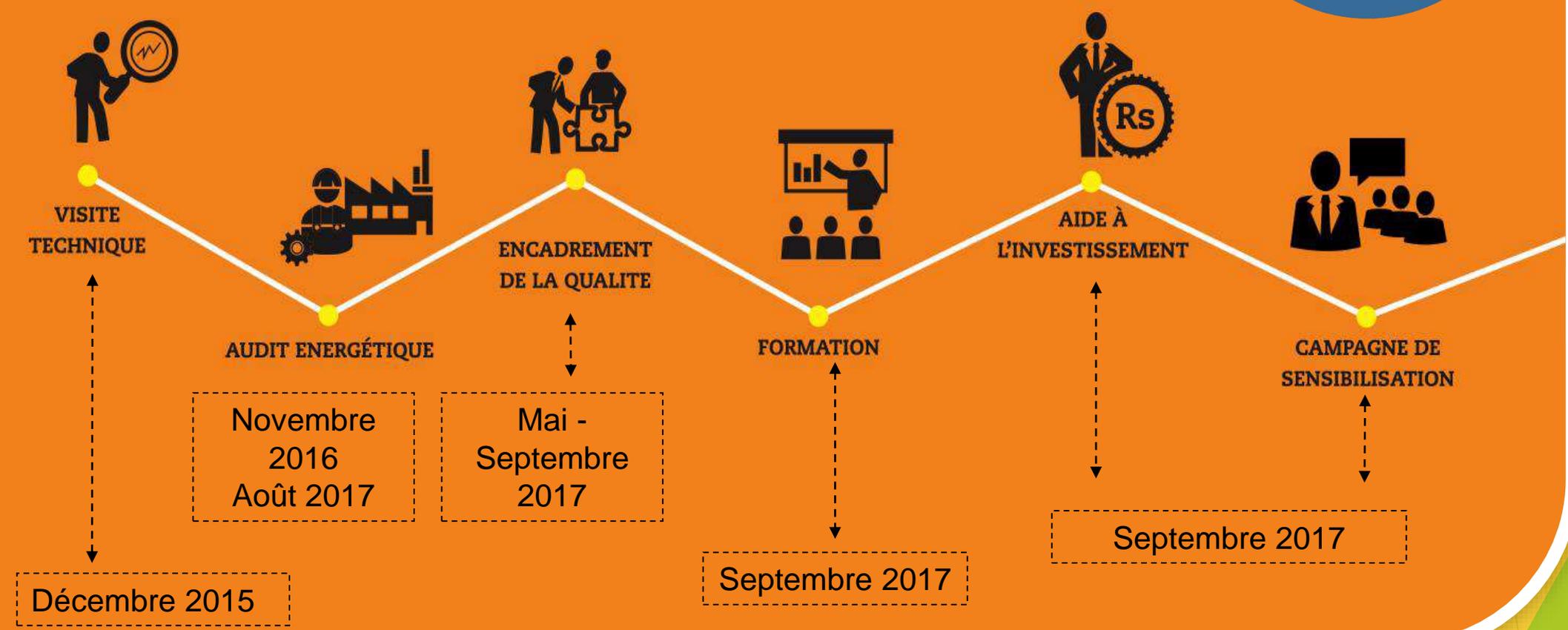


@PNEE_Mauritius





En marche vers l'efficacité énergétique !



LES ENTREPRISES CANDIDATES :



- Super U Grand Baie
- Super U Belle Rose
- Monoprix Bagatelle
- Monoprix Cascavelle
- Mall of Mauritius (Bagatelle)
- Riche Terre Mall



Facture énergie cumulée annuelle : Rs 180 millions.
Coût des audit énergie cumulé : Rs 4 millions.
Gain des pistes d'amélioration : Rs 18 millions.





Présentation

INTEGRALE INGENIERIE (Ile de la Réunion) / CANOPEE (Ile Maurice) - Bureau d'étude Technique

Coordination, Electricité et Traitement d'eau
Mr Renaud Gaultier (Manager)
renaud.gaultier@integrale.re

EDEX INGENIERIE (Ile de la Réunion) - Bureau d'étude CVC/SOLAIRE

Enveloppe, CVC, Cuisines
Mme Elodie Cortes (Manager)
elodie.cortes@edex.re

AFCONSULTING (France) - Consultant Réfrigération/Mangement de l'énergie

Froid alimentaire et Management de l'énergie
Mr Vincent Rivet (Manager)
afconsulting@sfr.fr

DOM'ENERGY (Ile Maurice) - Mesures et Gestion énergie

Mesures et enregistrement, gestion du cloud
Mr Franck Fetick (Manager)
ffetick@domenergy.re



Méthodologie

1. VISITE PRELIMINAIRE DES SITES
2. INVESTIGATIONS PAR USAGE
3. INSTRUMENTATION
4. ANALYSE DES FACTURES
5. BILAN THERMIQUE SIMULE de L'EXISTANT (selon hypothèses, bases de données et ratios usuels ...)
6. ANALYSE DES MESURES et EXTRAPOLATION
7. COMPARAISON BILAN SIMULE vs BILAN MESURE
8. PRECONISATIONS PAR POSTE
9. GAIN ENERGETIQUE / COUTS / T.R.I.
10. MANAGEMENT DE L'ENERGIE



Audits énergétiques groupés : 360 000 à 600 000 MRU (Hors aides financières)

Types de Mesures :

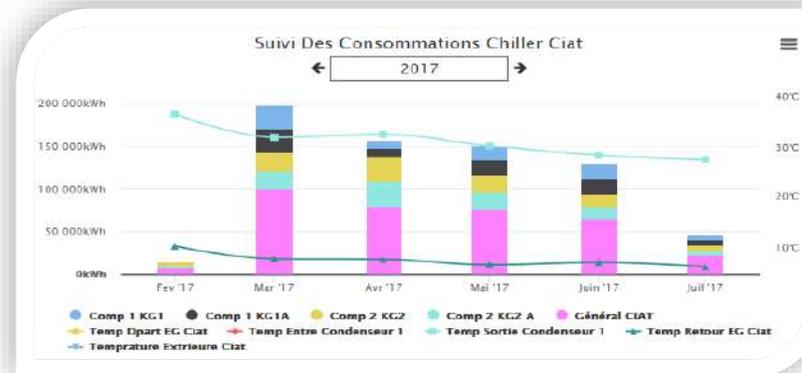
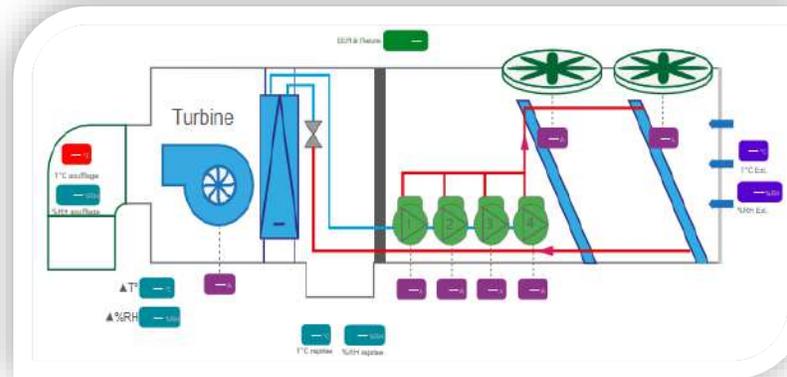
Mesures Spécifiques :

Diagnostic des production de froid et de climatisation



- Pressure BP
- Pressure HP
- Superheat
- Sub cooling
- Flow
- Delivery Temp.
- Air Inlet/outlet
- Power factor
- Voltage

Mesures CLOUD:



Mesures Ponctuelles :



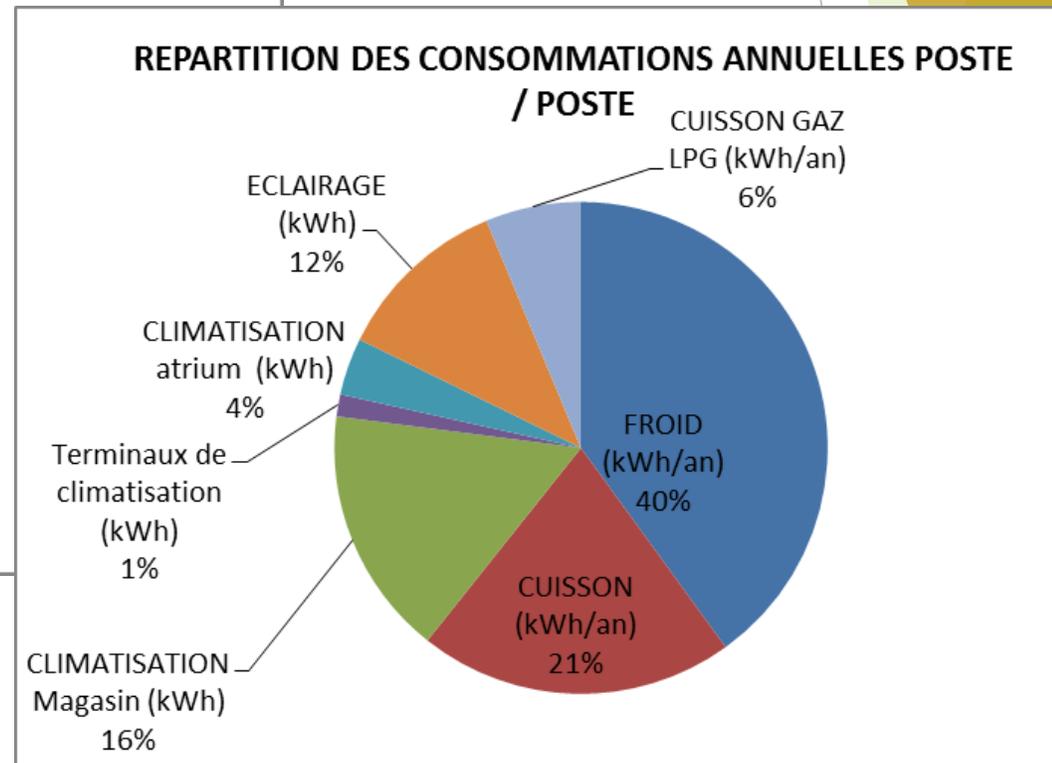
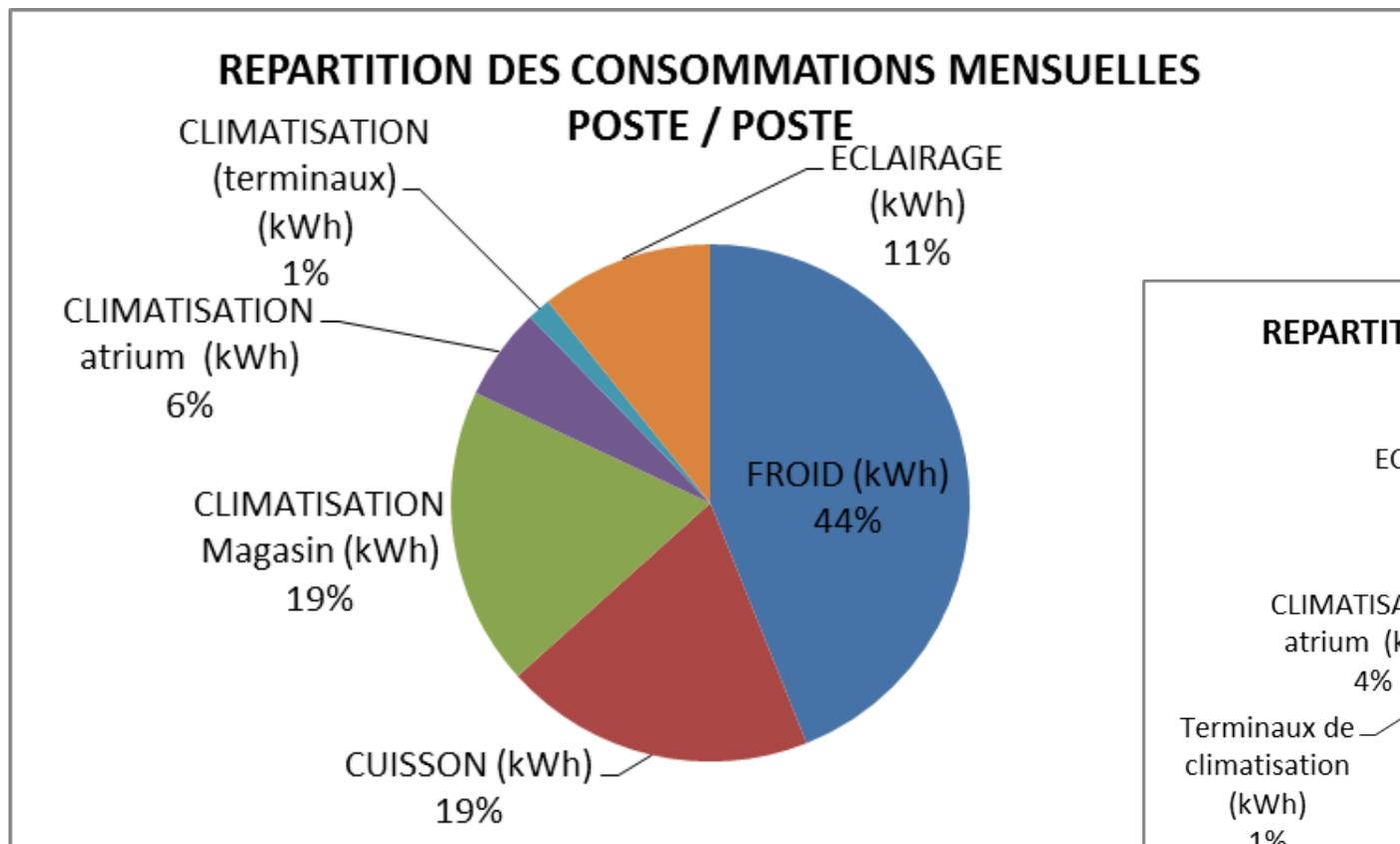
- Flow meter

Autres :



- Amp. & Temp.

Répartition des consommations : Super

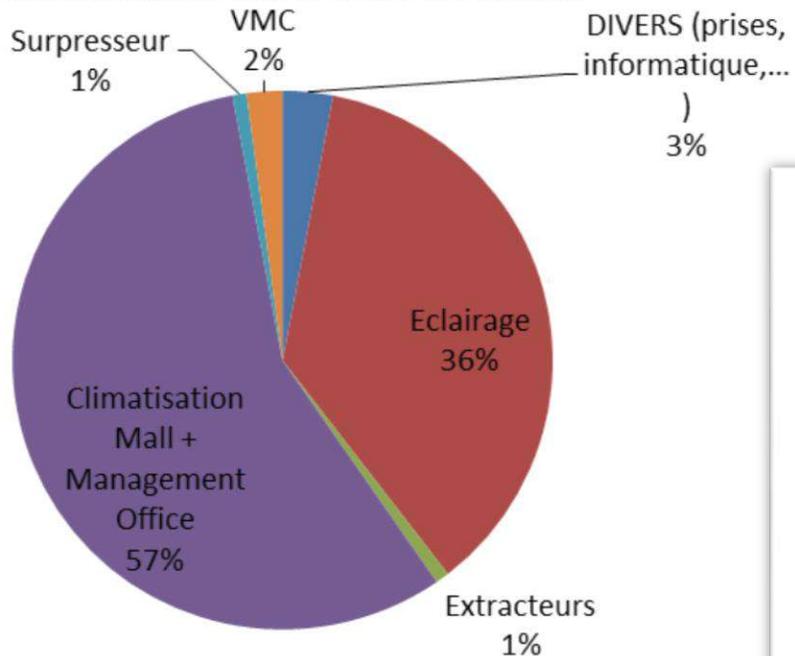


Cartographie des usages énergétiques
Etape 1 du management de l'énergie

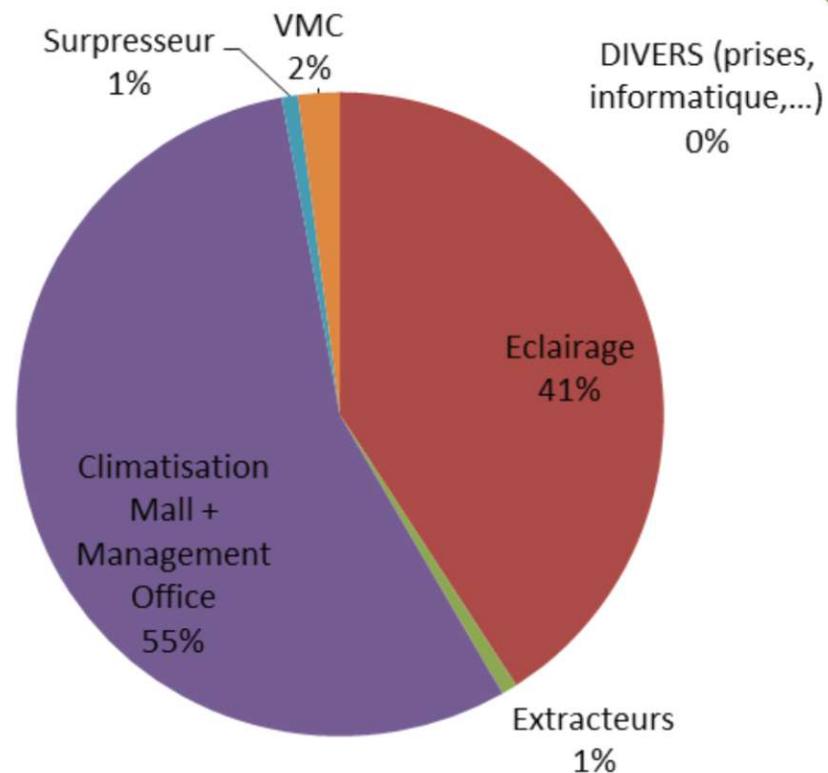
Répartition des consommations : Mall



Répartition des consommations sur le mois de février



Répartition des consommations sur annuelles



Cartographie des usages énergétiques
Etape 1 du management de l'énergie



Concrètement, pourquoi améliorer les performances de l'enveloppe?

Exemple de l'isolation de toiture.

- Actuellement sans ou peu de protection.

Solution isoler la toiture: L'isolation de toiture permet de diminuer la consommation de la climatisation.

776 850 MUR ECONOMISEE PAR AN
INVESTISSEMENT RENTABILISE EN **MOINS DE 7 ANS**



Optimisation B1	
INVESTISSEMENT	
Préconisations	Coût des travaux
Prolongement des faux-plafonds existant + isolation sur une surface de 1000m ²	4 070 000.00 MUR
Isolation par laine minérale déroulée des faux-plafonds existants + déplacement des luminaires	1 261 700.00 MUR
TOTAL H.T.	5 331 700.00 MUR
ECONOMIE ANNUELLE REALISEE	
Economie (kWh/an)	119867 kWh/an
Economie (Mur/an)	776 852.75 MUR
TRI	
Temps de retour sur investissement (an)	6.9



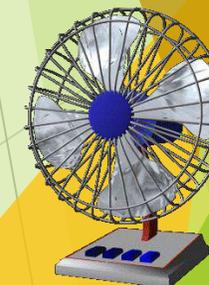


CVC | Bilan thermique

- ✓ DONNES METEOROLOGIQUES:
Source : Mauritius Meteorological services
Région : North
Station : Pamplémousses
- ✓ HYPOTHESES:

MONTH	TEMPERATURE				HUMIDITY %	WIND		SUNSHINE		RAINFALL LTM 1971-2000	NO OF DAYS WITH RAINFALL > 1 MM	NO OF DAYS WITH RAINFALL > 5 MM
	Mean Max 1971-2000	Highest Max Recorded	Mean Min 1971-2000	Lowest Min Recorded		Mean Wind Speed Km/h	Highest Gust Km/h	Daily	Mean			
			Hrs per day	Monthly								
January	31.1	35.2	22.1	16.1	82	10.4	159	8.1	250.2	206.2	16	8
February	30.8	35.5	22.2	16.3	84	11.9	238	7.7	216.9	239.9	16	9
March	30.6	34.0	21.7	14.5	83	10.4	134	7.6	235.5	158.9	15	7
April	29.8	33.6	20.8	13.1	84	9.6	89	7.4	223.3	157.6	15	6
May	28.1	32.0	18.6	11.0	83	9.3	72	7.6	235.9	99.2	12	5
June	26.5	30.0	16.7	9.2	82	9.3	72	7.4	223.0	68.1	12	4
July	25.7	29.0	16.1	9.0	82	11.3	70	7.6	236.8	72.9	14	5
August	25.9	29.9	16.2	10.0	80	13.3	78	7.7	237.7	75.1	13	4
September	27.0	30.5	16.6	10.7	78	12.2	72	7.5	225.0	46.0	9	2
October	28.4	32.5	17.7	12.0	77	11.9	69	8.2	255.2	47.9	8	2
November	30.0	35.0	19.1	12.9	78	12.2	105	8.7	260.9	49.5	8	2
December	30.7	35.4	20.9	15.0	80	10.7	201	8.0	248.8	127.5	10	5

Conditions extérieures	
Tre/ H extérieure	Mauritius Meteorological services
Latitude:	20°14' Sud
Conditions intérieures	
Surface de vente	24°C/ Hygrométrie non contrôlée
Coefficients U	
Mur extérieur béton non isolé	3.704 W/m².K
Mur intérieur béton	2.778 W/m².K
Mur en bardage métallique non isolé	5.881W/m².K
Cloison intérieure CTBX	2.968 W/m².K
Toiture tôle + feutre + sur-toiture	0.816W/m².K
Faux-plafond extension	0.695W/m².K
Vitrage	4.7W/m²K
Facteur solaire	
Vitrage	0.9
Température locaux non climatisés	
Réserves, autres locaux	30°C
Air neuf	
Surface de vente	10000 m3/h (estimé en fonction des mesures effectuées sur site)
Effectif	
Surface de vente	700 personnes
Occupation horaire	
Surface de vente	9h-21h
Eclairage	
surface de vente	15 W/m²





CVC | Pistes d'améliorations spécifiques

• Programmateur horaire	44 000 MUR	TRI 1 an
• Maintenance roof-top	177 600 MUR	TRI 0.4 an
• Reprogrammation BMS	240 000 MUR	TRI 1.5 ans
• VEV sur ventilateur cuisine et boulangerie	1 280 000 MUR	TRI 6 ans
• Isolation	5 300 000 MUR	TRI 7 ans
• Remplacement Roof tops	3 800 000 MUR	TRI 3.9 ans
• Protection solaire	900 000 MUR	TRI 2 ans
• Sonde CO ² pour asservissement au débit d'air neuf des roof-top	320 000 MUR	TRI 0.8 ans
• Mise en place de variateurs de vitesse sur les pompes de distribution	370 000 MUR	TRI 1.9 ans
• Diminution des apports d'air neuf	470 000 MUR	TRI 3 ans
• Management de l'Energie	500 000 MUR	TRI 4 ans



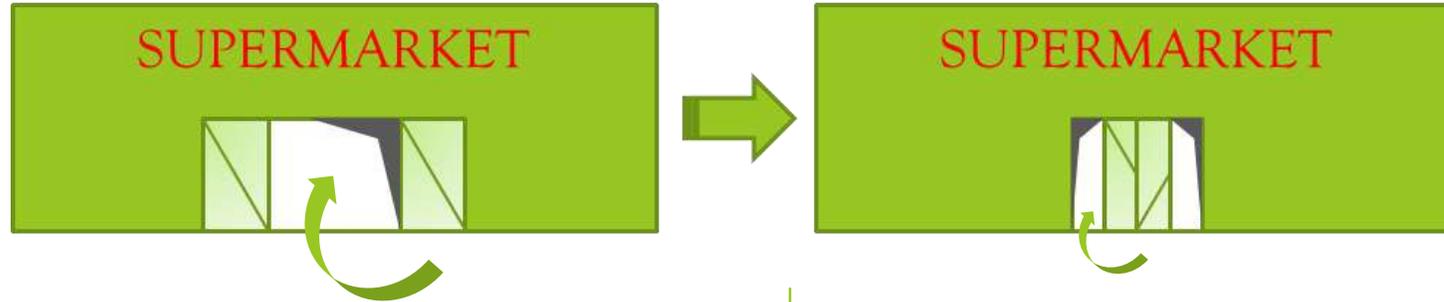


CVC | Exemple de Pistes d'améliorations 1



Concrètement, pourquoi maîtriser le traitement de l'air neuf?

Exemple des portes ouvertes.



Surface: 12,5 m²
Vitesse d'air: 2m/s

Débit AN: 90 000 m³/h
Soit 540 kW[froid]

Avec un EER moyen de 2 lorsque la porte reste ouverte 1h (soit le cumul moyen de 2h de fonctionnement en période des fêtes).

La perte économique représente:

7000 MUR/jour
soit **2 555 000 MUR/an**

La porte tambour, également appelée porte tourniquet ou porte rotative, est une porte bien particulière, conçue pour réguler les flux de personnes aux entrées de grandes surfaces, la porte rotative est également plus performante en termes d'isolation, car elle limite les échanges d'air et de température entre les deux milieux. Le gain représente environs $\frac{3}{4}$ de la perte économique en utilisant des portes battantes.

Soit une économie de 2 000 000 MUR/an

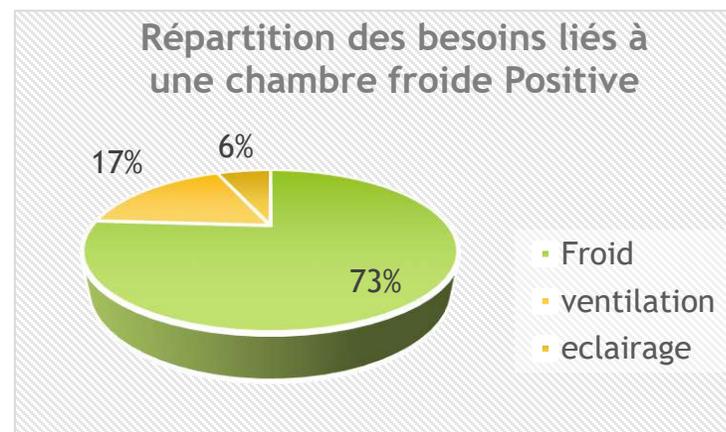
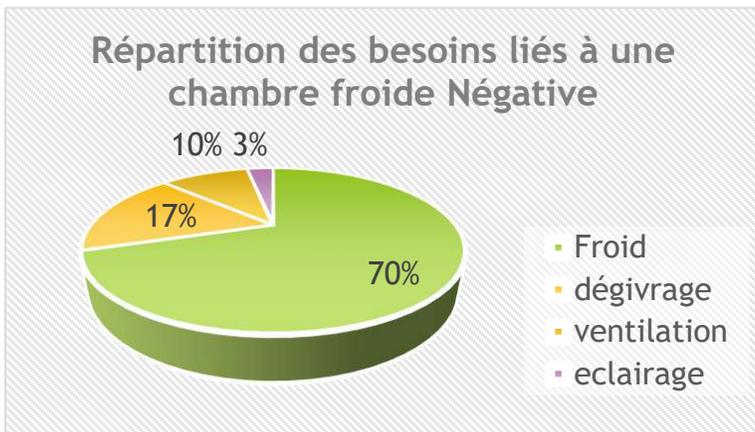


FROID | Froid alimentaire: Bilans simulés

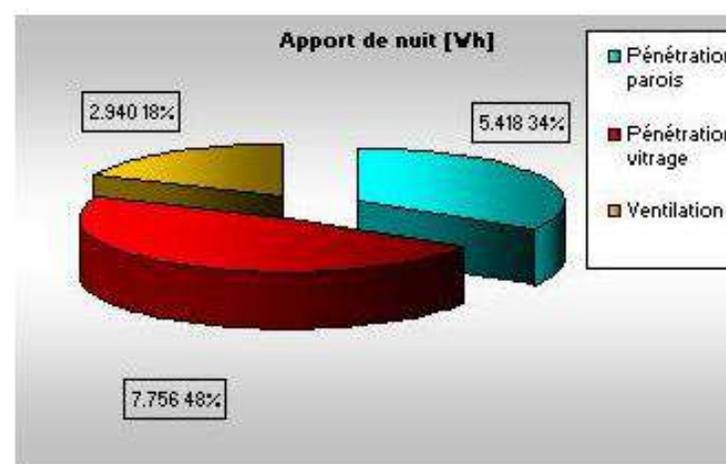
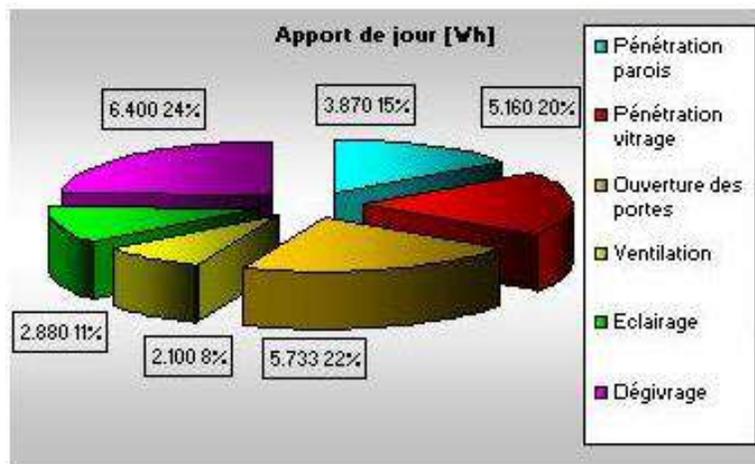


- ✓ Les apports internes : Eclairage, chaleur de ventilation, dégivrages.
- ✓ Les apports externes : Induction par les ouvertures, rayonnement et pénétration par les parois.

Chambres froides :

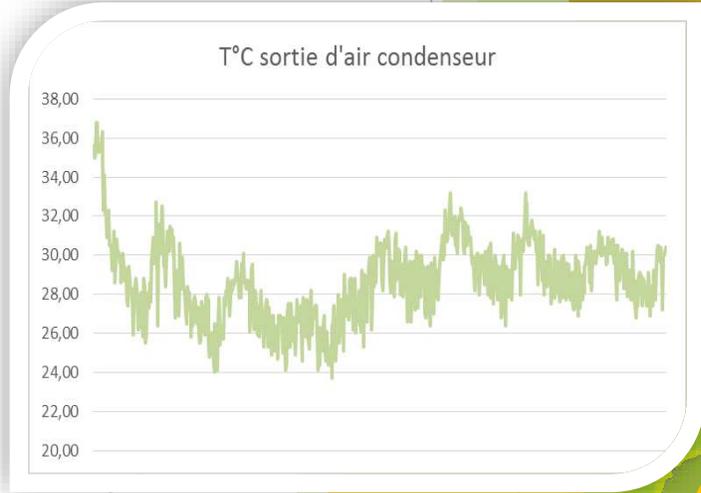
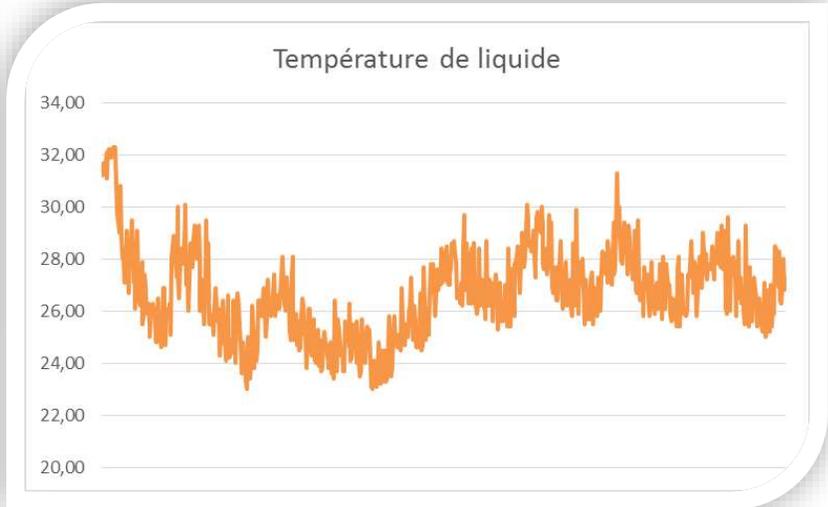
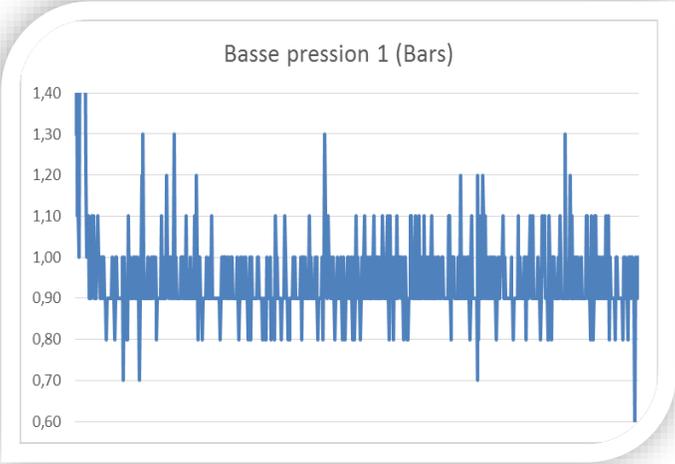
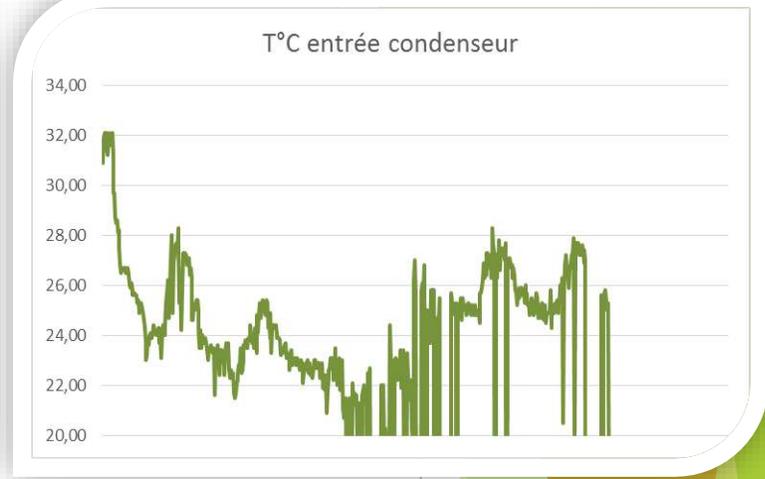
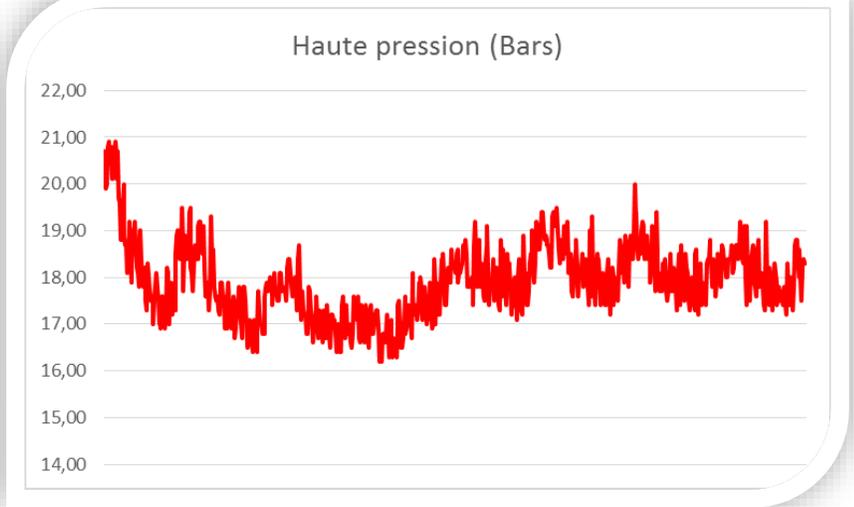
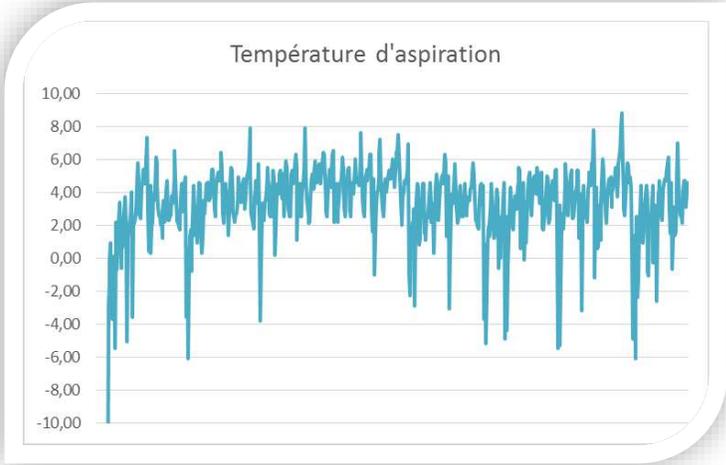


Meubles :





FROID | Analyses détaillées des paramètres de fct.





FROID | Pistes d'améliorations spécifiques



<ul style="list-style-type: none"> • Haute pression flottante • Basse pression flottante ou double point de consigne • Variation de vitesse compresseurs • Moteurs électriques à hauts rendements • Sous refroidissement de liquide : • Optimisation des paramètres (surchauffes) : • Généraliser les détendeurs électroniques • Variation de vitesse sur les condenseurs • Surveiller les temps de marche • Surveiller les pressions • Surveiller les surchauffes • Récupération de chaleur • Surveiller les petits gaspillages (climatisation S.d.M.) • SAS Réception • Limiter les entrées d'air • Management de l'Energie • Fermer les postes positifs • Répartir les postes de froid (0°C vs +12°C) 	<p>178 000 MUR 3% par degré</p> <p>200 000 MUR 130 000 MUR Rénovation</p> <p>165 000 MUR</p> <p>12 kW instantané 24h/24h à 50°C</p> <p>106 000 MUR 152 000 MUR 500 000 MUR 670 000 MUR COP 2,65 < COP 3,60</p>	<p>TRI 2 ans</p> <p>TRI 3,3 ans TRI 1,8 ans</p> <p>TRI 1,5 ans</p> <p>TRI 2 ans TRI 0,75 ans TRI 4 ans (Remplacement)</p>
--	---	---





CUISINE | Préambule



✓ OBJECTIF DE L'ANALYSE DU POSTE CUISINE:

- Evaluer la consommation annuelle des équipements (*Instrumentation...*)
- Vérifier le bon dimensionnement des équipements techniques (*Point de vue réglementaire, usage, règle de l'art...*)
- Evaluer les performances des équipements



LISTING DU MATERIEL									
ZONE	CUISSON			EXTRACTEUR			INSUFFLEATEUR		
	NATURE	QTITE	PUISSANCE [kW]	MARQUE	MODELE	PUISSANCE [kW]	MARQUE	MODELE	PUISSANCE [kW]
BOULANGERIE	FOURS	2	46	SYSTEMAIR	AXC 900	7.5	SYSTEMAIR	AXC 800	5.5
CUISINE	FEUX GAZ	4	5	SYSTEMAIR	AXC 900	7.5	SYSTEMAIR	AXC 800	5.5
	FOUR ELECTRIQUE	1	18						
	FRITEUSE	1	15						
	FRITEUSE SOUS PRESSION	1	15						
SURFACE DE VENTE	FRITEUSE	1	15	SYSTEMAIR	AXC 900	7.5	SYSTEMAIR	AXC 800	5.5
	GRILL	1	9						





CUISINE | Exemple de Piste d'amélioration



✓ MESURES DE VENTILATION:

- Les mesures de débit d'extraction et d'insufflation dans les cuisines et les boulangerie mettent en évidence des débits très importants, trop importants au regard des équipements et des usages présents.
- Cet air transite par la surface de vente, et en partie par les réserves. Cette disposition pénalise la climatisation de l'aire de vente et provoque une entrée d'air chaud et humide qui est le facteur principal de condensation sur les meubles froids.

MESURES CUISINE		
	EXTRACTION	INSUFFLATION
Vitesse (m/s)	7.2	2.75
Taille de gaine (cm)	105*100	95*100
section (m ²)	1.05	0.95
Débit (m3/h)	27216	9405
Compensation par la surface de vente (m3/h)		17811
MESURES BOULANGERIE		
	EXTRACTION	INSUFFLATION
Vitesse (m/s)	9.2	2.75
Taille de gaine (cm)	120*100	110*100
section (m ²)	1.2	1.1
Débit (m3/h)	39744	10890
Compensation par la surface de vente (m3/h)		28854
VENTILATION		
Compensation TOTALE par la surface de vente (m3/h)		46665





CUISINE | Piste d'amélioration



- Extraction dimensionnée suivant la norme VDI 2052
- Air de compensation insufflé = 2/3 du débit d'air extrait
- Air de compensation provenant de la surface de vente (air neuf) = 1/3 du débit d'air extrait

c								
ZONE	NATURE	QTITE	PUISSANCE [kW]	DEBIT UNITAIRE [m ³ /h]	DEBIT [m ³ /h]	DEBIT LOCAL A EXTRAIRE [m ³ /h]	DEBIT LOCAL A INSUFFER [m ³ /h]	DEBIT A COMPENSER PAR LA SURFACE DE VENTE [m ³ /h]
BOULANGERIE	FOURS	2	46	1635	3270	3270	2180	1090
CUISINE	PIANO DE CUISSON GAZ	1	20	2000	2000	8323	5550	2773
	FEU GAZ SUR PIED	2	5	480	960			
	FOUR ELECTRIQUE	1	18	727	727			
	FRITEUSE	1	14	1290	1290			
	FRITEUSE	1	11	860	860			
	PLANCHA ELECTRIQUE	1	3	525	525			
	GRILL	1	9	623	623			
	FOUR ELECTRIQUE	1	24	908	908			
	FRITEUSE	1	5	430	430			
DEBIT D'AIR NEUF TOTAL [m ³ /h]								3863





ECLAIRAGE | Définition



Toutes les sources d'éclairage artificiels produisent une énergie nécessaire au bon fonctionnement de la source.

L'énergie dégagées par les sources est une puissances exprimée en watts.



Différentes sources sont présentes sur le marché :

- Sources incandescentes
- Sources led
- Sources fluorescentes
- Sources fluo compactes
- Sources à décharges
- ...





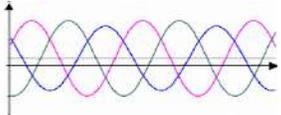
ECLAIRAGE | Etat des lieux



✓ ANALYSE DU POSTE ECLAIRAGE ET ELECTRICITE :



- Beaucoup de sources d'éclairage sont :
 - Vieillissantes
 - Mal ou peu entretenue (poussière, température de couleur non adaptées, ...)
 - D'anciennes générations (tube T8 / ballastes ferromagnétiques / source à décharge / ...)
 - Non adaptées à l'environnement (sources de faible luminance dans de grands volumes).
- Après analyse des sites, l'équilibrage des phases n'est pas bien réalisé au niveau des tableaux de protection. Ce type de déséquilibres génère des échauffements, des surconsommations, des défauts intempestifs. Les phases électriques doivent être équilibrées.
- Les sections de câbles ne sont pas toujours bien dimensionnées ce qui peut être une source de danger d'électrisation, d'électrocution ou d'incendie. Mais également des surconsommations liées aux pertes joules.





ECLAIRAGE | Pistes d'améliorations

✓ PRECONISATIONS :

- Remplacement des sources d'éclairage. Avec une orientation vers de nouvelles technologies du type LED.
Remplacement de 100% des équipements en lieu et place (hors optimisation)
coût estimatif de : 7 000 000 MUR
Retour sur investissement long pour une surface de vente d'environ 8 ans.
Cependant, il est nécessaire de prendre en considération l'aspect commercial de cette intervention.
- Amélioration de la qualité du réseau électrique.
(mise en œuvre de filtre actif d'harmoniques, mise en place de batterie de condensateurs)
Suivant analyse des éléments pollueurs : 480 000 MUR
- Equilibrage des phases électriques.
Pas ou peu d'investissements
- Charte de bon usage des équipements électriques (éclairage, poste de travail, horloges)
- Utilisation d'horloges astronomiques ou d'horloges
Pas ou peu d'investissements





TRAITEMENT DE L'EAU | Etat des lieux

✓ OBJECTIF DE L'ANALYSE DU POSTE TRATEMENT DE L'EAU:

- Evaluer le fonctionnement des pompes
(*Instrumentation...*)
- Vérifier le bon dimensionnement des stations
(*Point de vue réglementaire, usage, règle de l'art...*)

🌀 Observations:

Concernant la distribution de l'eau, la mise en place de variateurs sur les pompes améliore significativement la consommation électrique de celles-ci.

Lors de la présence de Restaurants dans le Centre Commercial, il a été constaté que les Bacs à Graisse étaient largement sous-dimensionnés, avec un entretien mal réalisé (vidanges insuffisantes) : la graisse des restaurants arrive dans les stations de traitement des Eaux Usées qui sont saturés et ne peuvent pas remplir leur office.





MAINTENANCE | Propositions d'améliorations



- ✓ La maintenance permet de réduire les coûts d'utilisation et d'exploitation tout en assurant la durée de vie des matériaux et équipements.
- ✓ Elle a été mise en avant dans l'ensemble des énergies et pour de nombreuses pistes d'optimisation

Optimisation B2	
INVESTISSEMENT	
Préconisations	Coût des travaux
Mise en place d'une maintenance préventive sur les roof-top	3 196 800 MUR
TOTAL H.T.	3 196 800.00 MUR
ECONOMIE ANNUELLE REALISEE	
Economie (kWh/an)	558190 kWh/an
Economie (Mur/an)	3 416 121.92 MUR
TRI	
Temps de retour sur investissement (an)	0.9

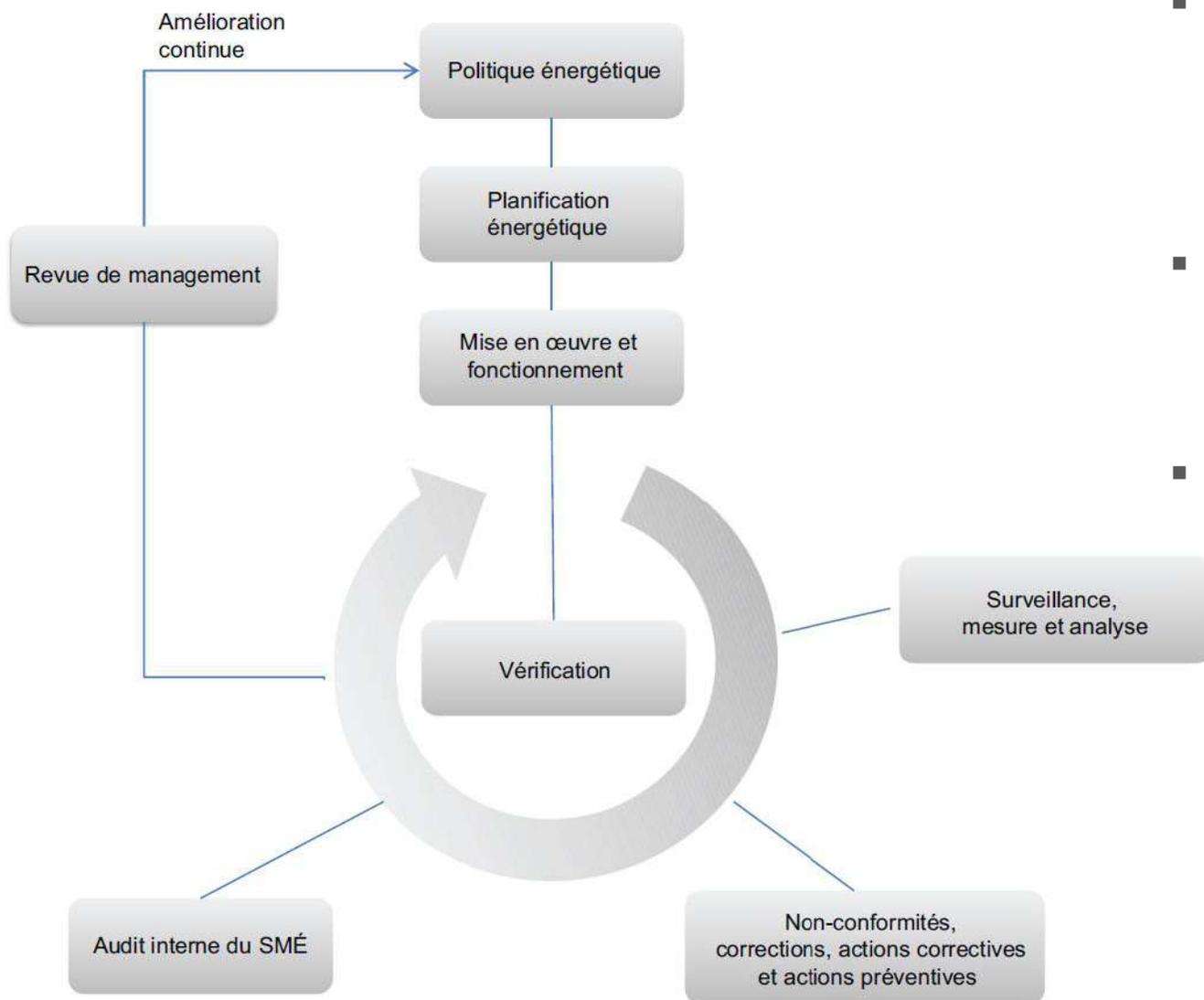
Optimisation B4	
INVESTISSEMENT	
Préconisations	Coût des travaux
Contrat de maintenance sur le roof top avec nettoyage et remplacement des filtres de façon efficace	177 600 MUR
TOTAL H.T.	177 600 MUR
ECONOMIE ANNUELLE REALISEE	
Economie (kWh/an)	71656 kWh/an
Economie (Mur/an)	486 794 MUR
TRI	
Temps de retour sur investissement (an)	0.4

Optimisation D5	
INVESTISSEMENT	
Préconisations	Coût des travaux
Intervention d'un technicien sur 1 semaine	240 000 MUR
TOTAL H.T.	240 000 MUR
ECONOMIE ANNUELLE REALISEE	
Economie (kWh/an)	20 520 kWh/an
Economie (Mur/an)	132 970 MUR
TRI	
Temps de retour sur investissement (an)	1,8





SME | Etat des lieux

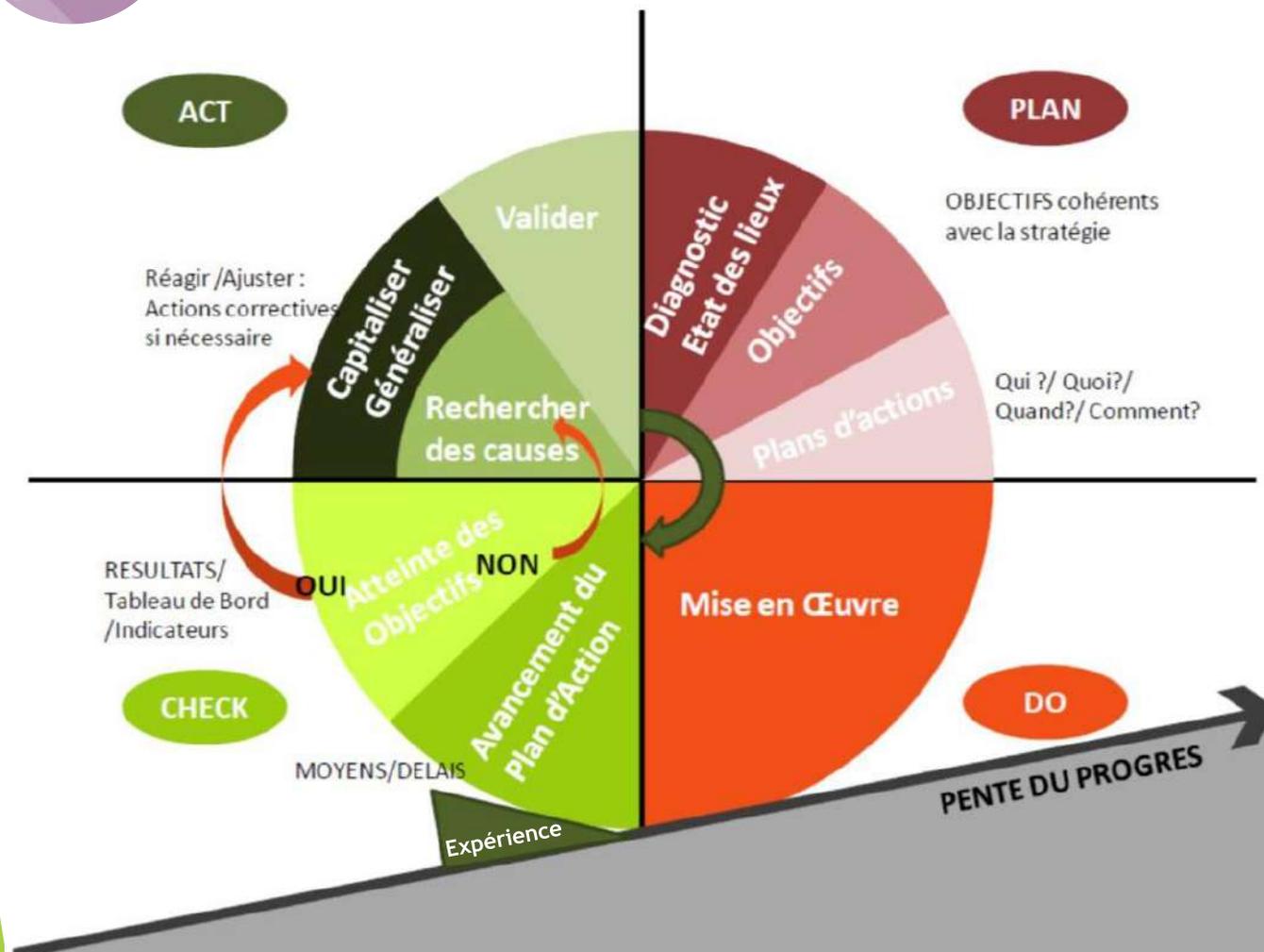


- La certification ISO 50 001 peut accompagner la démarche d'amélioration continue du management de l'énergie.
- Une ligne de financement est mise en place sur la même base que le PNEE (60% financement / 40% participation).
- Démarche ISO 50 001:
 1. Analyse de l'existant
 2. Prévoir/planifier une politique énergétique
 3. Déployer le plan d'action en termes de moyens humains et techniques
 4. Contrôler/vérifier par des mesures





SME | Etat des lieux



Nous conseillons de mettre en place un Système de Management de l'Energie adapté à votre site s'appuyant sur l'ISO 50.001

(Avec un éventuel audit à Blanc sans passer la certification)

Avec le support des données déjà réalisées dans le cadre de ces audits du PNEE.



Suites ...

La démarche est entamée: "Le début du Management de l'énergie"

- ✓ Répartitions énergétiques pour donner des priorités
 - ✓ Pistes de réflexion

ETAPES SUIVANTES

(Ne pas sauter les étapes !)

1

Mettre en place des équipements de mesures (Connaissance Amont/Aval)
Système de mesure avec suivi en temps réel sur cloud et stockage de données
(De Rs 350 000 à Rs 900 000)

2

- ✓ Mise en place du management de l'énergie
- ✓ Mise en œuvre des pistes

2

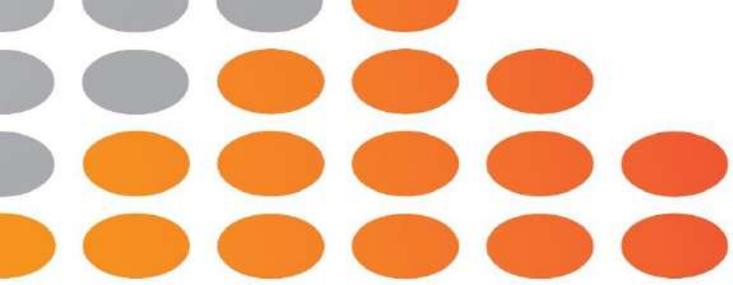
- ✓ Pistes complexes :
 - ✓ Etude de faisabilité
 - ✓ Mise en œuvre des pistes

2

- ✓ Pistes simples :
 - ✓ Mise en œuvre des pistes

Mise en place du Management de l'énergie (Hors audit de certification) :
Rs 320 000 à Rs 480 000





Breakfast

2017 Année de l'efficacité énergétique à Maurice



Grande Distribution

(Supermarchés & Centre Commerciaux)



MERCI !

Nous sommes à votre disposition



Assistance
Formation
Etude Energétique



Breakfast

2017 Année de l'efficacité énergétique à Maurice



Pompe Ventilateur



26 octobre 2017 - Ebène

PARTENAIRES DE BUSINESS MAURITIUS



L'efficacité énergétique en entreprise est un pilier de la dynamique de transition énergétique portée par Business Mauritius


enerzi

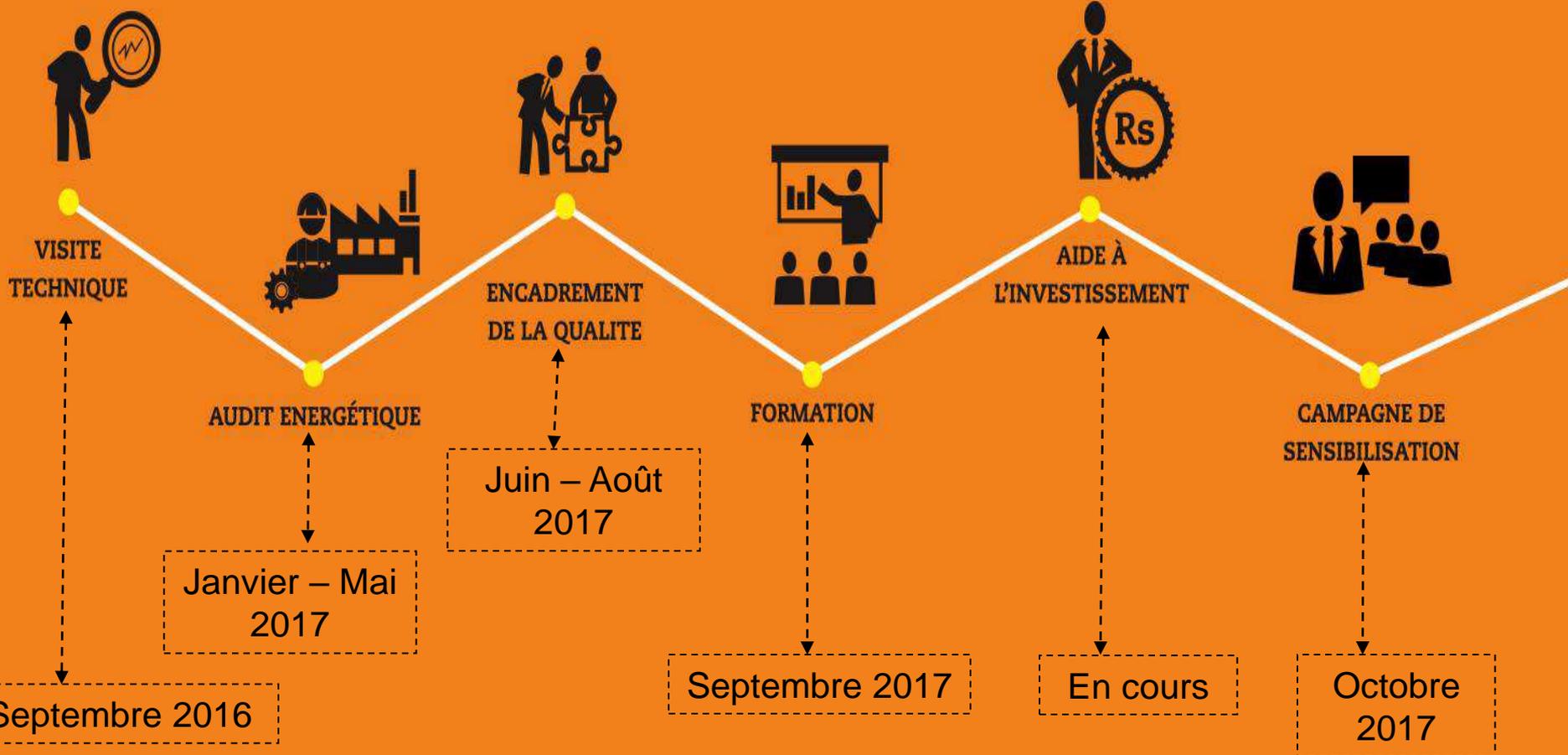
Nou lenerzi
Mauritius achieving energy transition



nou lenerzi

Nou lenerzi
Mauritius achieving energy transition

En marche vers l'efficacité énergétique !

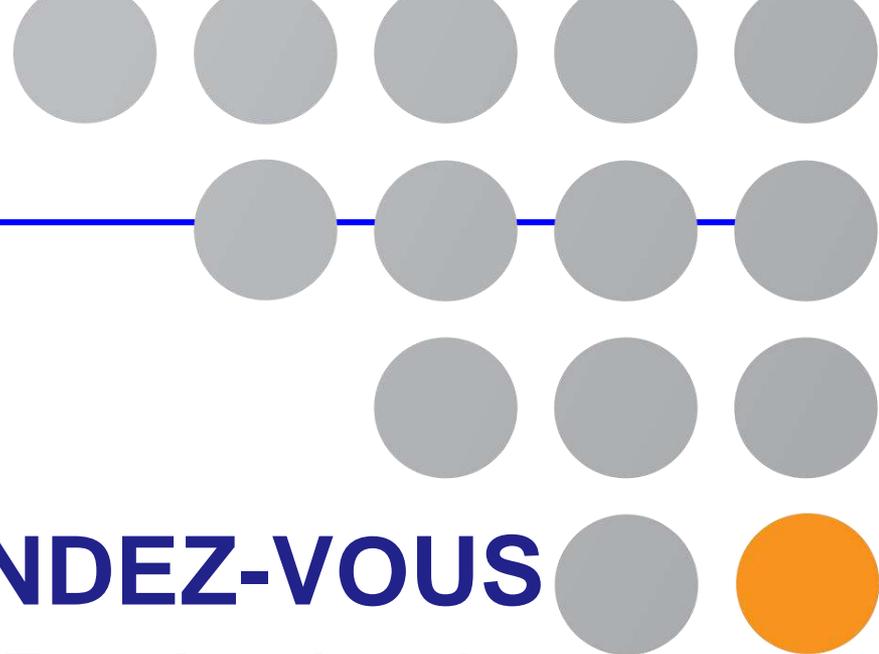




Programme National
d'Efficacité Énergétique

Nos remerciements aux 5 participants



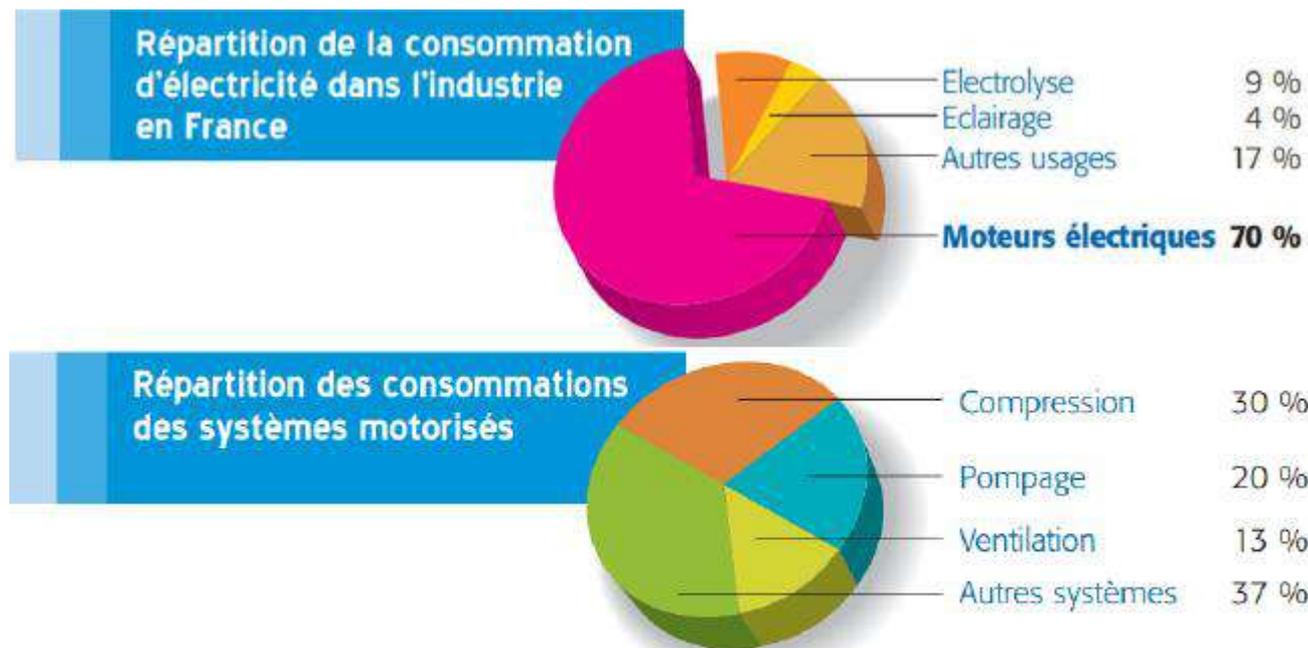


NOS PROCHAINS RENDEZ-VOUS

30 novembre - Breakfast PNEE-Eau chaude solaire

Pourquoi un groupe Usage Moteurs – Pompes – Ventilateurs?

- Les moteurs électriques représentent la très grande majorité des usages de l'électricité dans les entreprises: par ex, en France, dans l'industrie agro-alimentaire: 87%
- Trois grands équipements: compresseurs (froid et air comprimé), pompes, ventilateurs



Source : Guide Technique du programme Motor Challenge

Potentiel d'économies sur les systèmes motorisés : évalué à 25%

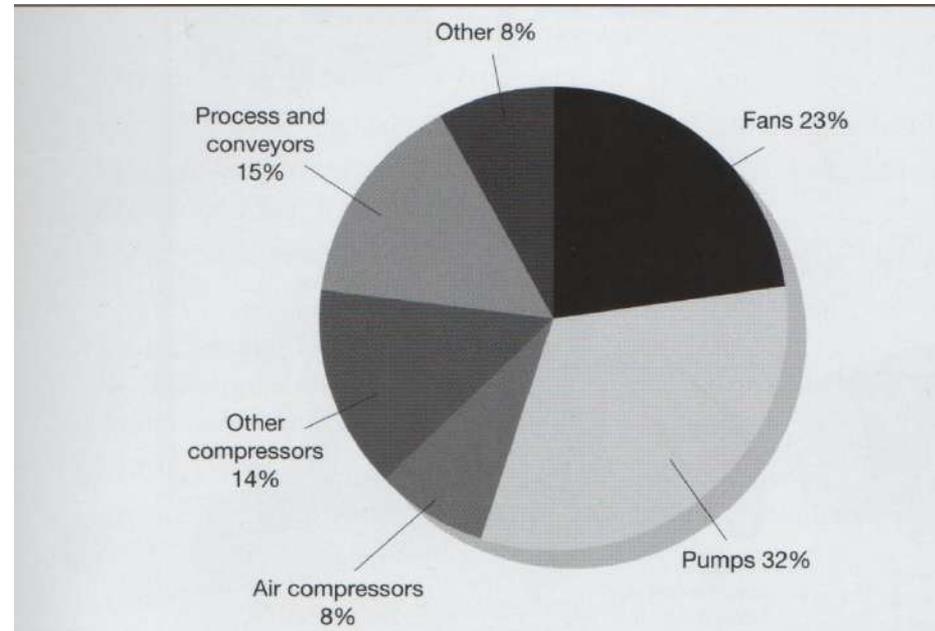
Source: support de formation PNEE MPV - Optinergie

Source : ADEME 2016

Pourquoi un groupe Usage Moteurs – Pompes – Ventilateurs?

- Autre ex au Royaume Uni

Consommations des moteurs électriques de moins de 300 kW en industrie (UK)
(Source: Good Practice Guide 2 – ETSU)



- PNEE:

- 1 groupe Air Comprimé
- 2 groupes sur le Froid
- Autres groupes d'audits PNEE qui ont étudié des pompes, ventilateurs et compresseurs (hôtels, textile, vapeur, froid, supermarchés, etc)

Présentation du groupe PNEE

Usage Moteurs – Pompes - Ventilateurs

- 5 sites du secteur privé:
 - 1 site industriel: LFL
 - 1 site grand tertiaire: ATOL
 - 3 sites de pompage agricole:
 - Albion (Médine)
 - Solitude et Bellevue (Terra)
 - Le groupe a été ouvert à 4 sites de la CWA
 - Entreprise publique non éligible à la subvention PNEE – Union Européenne
 - Contrat spécifique avec support de l'AFD
 - Mais synergie trouvée avec le groupe PNEE secteur privé
 - 1 même auditeur: synergie de moyens
 - Assistance technique
 - Formation partagée (management de l'énergie dans l'entreprise, et applications dans les moteurs électriques et les pompes)
-

Présentation du groupe PNEE

Usage Moteurs – Pompes - Ventilateurs

- Sélection de l'auditeur après consultation internationale
 - Groupement de compétences:
 - Optinergie (audit énergie – Management de l'énergie)
 - Setec Hydratec (systèmes de distribution d'eau)
- Calendrier
 - Contrats signés en janvier 2017
 - Rapports secteur privé remis en août 2017
 - Formation commune secteur privé – CWA en septembre 2017
 - Formation – restitution sur sites des rapports secteur privé en septembre 2017
 - Rapports et formation sites CWA: prévue début novembre 2017
 - audits CWA encore en cours, résultats non encore disponibles

Moteurs dans le périmètre des audits

Albion, Solitude et Bellevue:

- Stations de pompage pour irrigation
- Pompes
- 100% de la consommation électrique des sites
- Stations assez similaires à d'autres stations de pompage pour irrigation: réplification possible des résultats

LFL:

- Industrie : fabrication d'aliments pour animaux
- Broyeurs, presses, convoyeurs, pompes, etc
- 70% de la consommation électrique du site

ATOL:

- Installations techniques aéroport international
- Pompes et ventilateurs (surtout dans le système HVAC)
- 28% de la consommation électrique du site
- ATOL reçoit en outre un audit Froid (rapport en novembre 2017)



PNEE

Programme National
d'Efficacité Énergétique

Campagnes de mesure – Exemple pour les pompes

Mesures de puissance électrique, débit, pression



Source: support de formation PNEE MPV - Optinergie

Gestion du fonctionnement des moteurs

- Arrêter les moteurs dont le fonctionnement n'est pas utile!
 - Nombreux exemples dans tous les groupes d'audits PNEE
 - Ventilateurs ou extracteurs
 - Pompes de circulation d'eau glacée
 - Pompes de piscines
 - Etc
- Soit de façon manuelle: procédure à mettre en place
 - Coût nul
 - Mais gain incertain
- Soit de façon automatique: horloge, détecteur de présence, mesure de CO₂, etc
 - Investissement
 - Mais gain mieux garanti

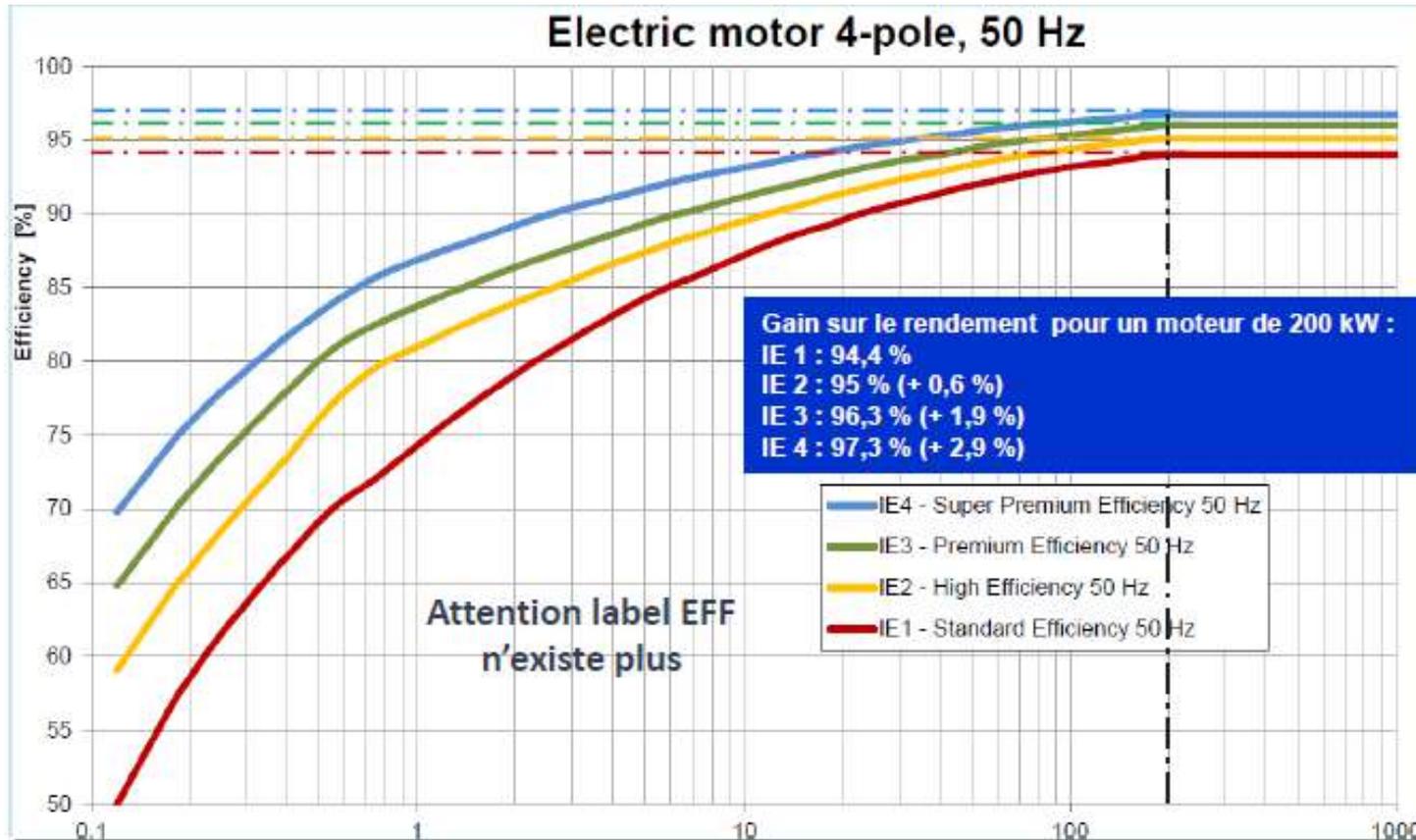
Gestion du fonctionnement des moteurs selon plage tarifaire

- Particularité du groupe MPV: sites de pompage pour irrigation bénéficiant d'un tarif avec « peak hours »
 - Le prix du kWh est plus élevé en peak hours: incitation à baisser la demande durant la période de pointe
- Alors que les autres tarifs sont des « flat tariffs »: pas d'incitation à réduire la demande en période de pointe
- Gestion manuelle ou automatique des pompes pour éviter le fonctionnement en peak hours
 - La gestion manuelle peut se traduire par des oublis
 - Mais le contrôle automatique doit être bien pensé

Efficacité des moteurs

Classe d'efficacité des moteurs asynchrones

Norme 60034-30 2008



Source: support de formation PNEE MPV - Optinergie

Minimum d'Efficacité Energétique pour les moteurs électriques en Union Européenne

- Première étape: labelling (étiquette) informant sur le niveau de performance énergétique
 - Une réglementation progressive est introduite sur un minimum d'Efficacité Energétique (mise sur le marché):
 - 16 juin 2011: classe IE 2
 - 01 janvier 2015: classe IE 3 ou IE2 + variation de vitesse pour les puissance de 7.5 kW à 375 kW
 - depuis 01 janvier 2017, classe IE3 ou IE2 + variateur de vitesse de 0,75 kW à 375 kW
 - Mise en place progressive et annoncée plusieurs années à l'avance:
 - Le marché a le temps de se préparer
-

Efficacité des moteurs

Classe d'efficacité des moteurs asynchrones

Le plus souvent, le changement d'un moteur par un moteur plus performant n'est pas rentable (temps de retour long)

C'est au moment de l'achat qu'il faut faire le bon choix

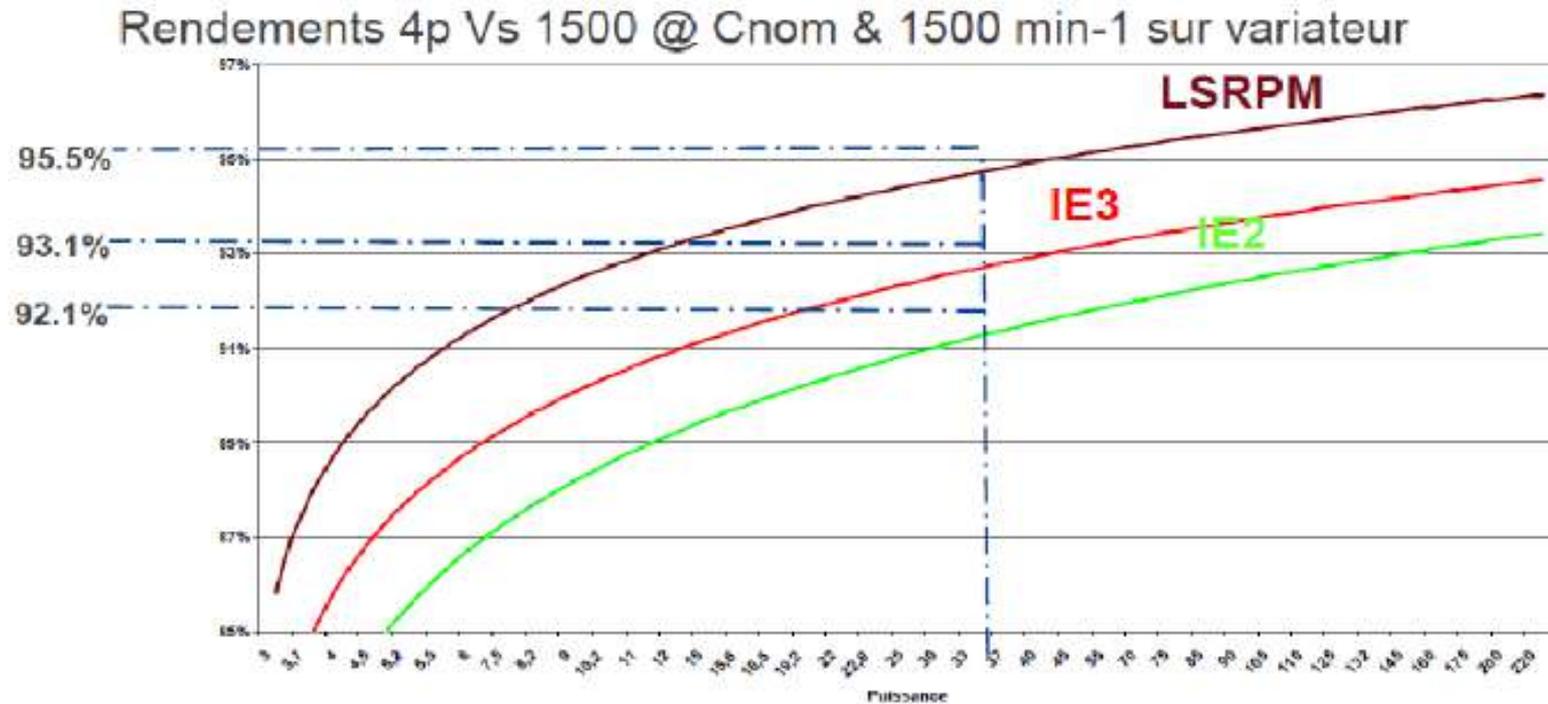
Exemple ci-dessous:

- Temps de retour brut du remplacement de IE2 par IE3 = $312 / 7 = 44$ ans
- Temps de retour brut du surcoût IE3 vs IE2: 2,6 ans
- Prendre en compte la performance énergétique dans toutes les décisions d'achat (EMS ISO 50001)

Moteur POMPE N°1			IE2		IE3		IE4	
P nom	P appelée	h/an	Rendement	Investissement Rs	Rendement	Investissement Rs	Rendement	Investissement Rs
37 kW	40 kW	6 031	92,7%	294 000	93,7%	312 000	94,9%	366 000
			Conso/an	241,2 MWh 636 874 Rs/an	Conso/an	238,7 MWh 630 077 Rs/an	Conso/an	235,6 MWh 622 109 Rs/an
					Gain IE3/IE2	6 797 Rs/an	Gain IE4/IE2	14 764 Rs/an
					Surcoût IE3/IE2	18 000 Rs	Surcoût IE4/IE2	72 000 Rs
					Pay back surcoût	2,6 ans	Pay back surcoût	4,9 ans

Source: Rapport d'audit - Optinergie

Nouvelle génération de moteurs: synchrones à aimants permanents
Pour des usages demandant une variation de vitesse

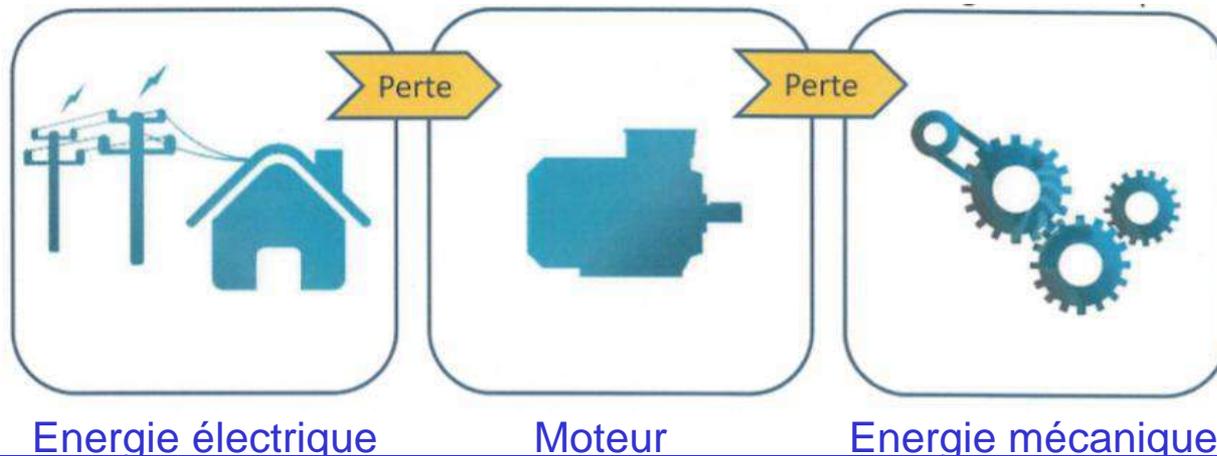


Comparatif asynchrone/ synchrone à vitesse nominale

Source: support de formation PNEE MPV - Optinergie

Choix optimal d'une pompe

- Transformation d'énergie électrique en énergie mécanique
- Débit – courbe de la demande par heure, jour, semaine, an
 - Réduction des consommations d'eau et des fuites
- Diamètre des conduites, longueur, type de matériau, état intérieur
- Présence de singularités
- Dénivelé géométrique entre aspiration et refoulement
- Pression à l'aspiration et pression souhaitée au point d'utilisation
- Même type d'analyse pour tous les équipements motorisés
- Le re-engineering de l'installation n'est pas possible dans le cadre d'un audit





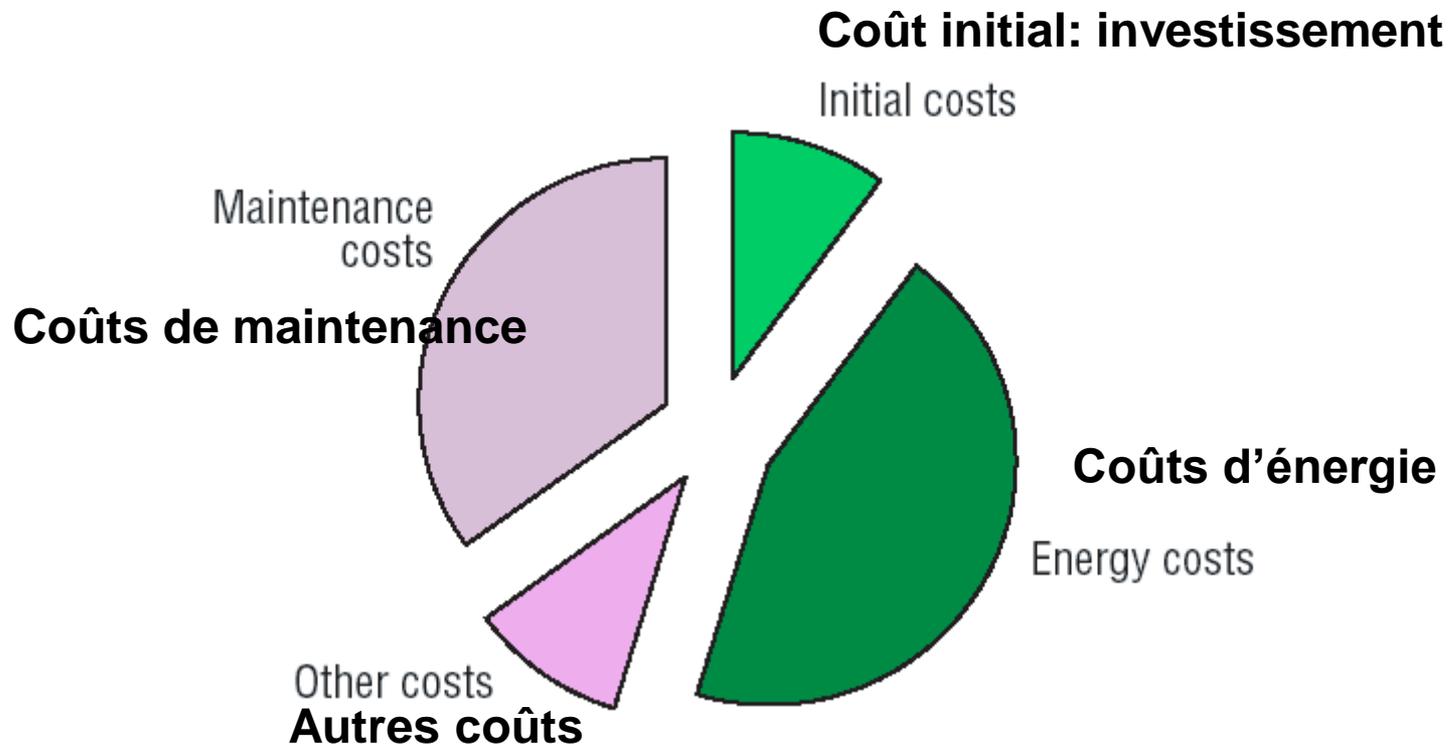
PNEE

Programme National
d'Efficacité Énergétique

Répartition des coûts d'une pompe durant sa vie

Dépenser un peu plus au moment de l'achat

Dépenser quelques heures d'études pour le choix le plus adapté

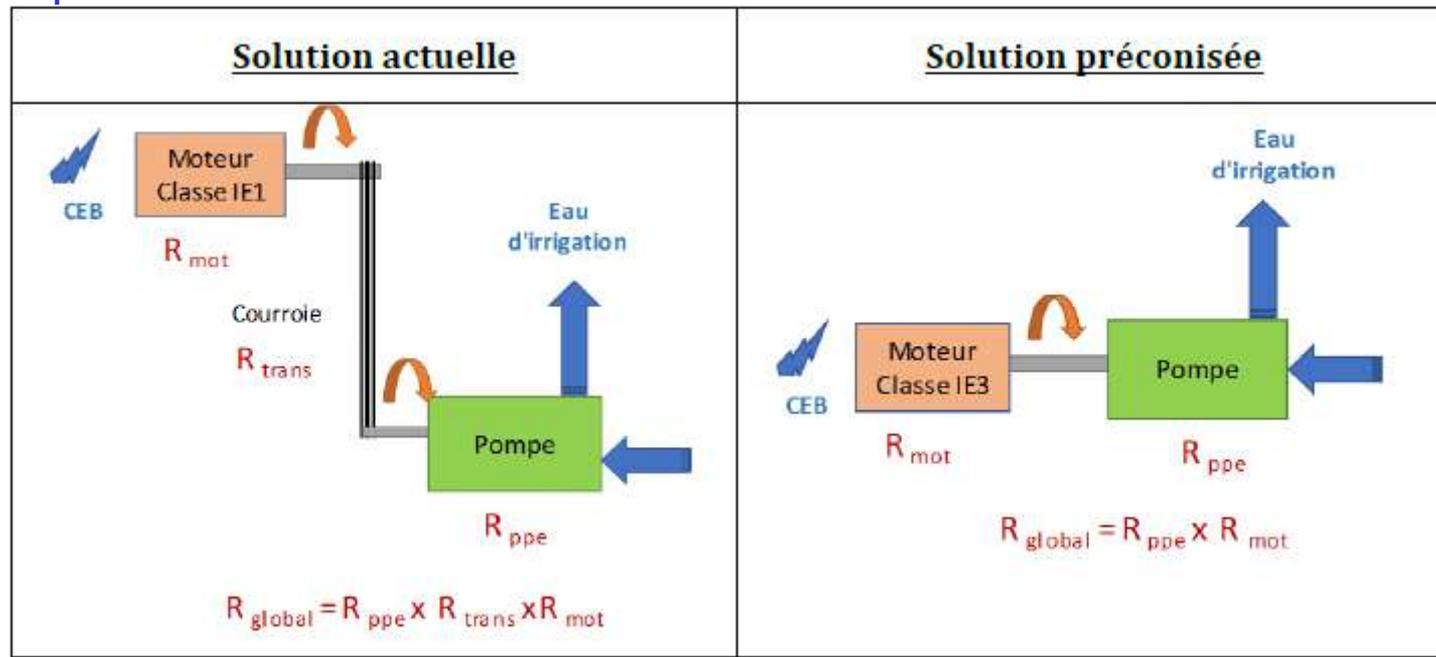


Source : site web spinel.semafor.ch/promot, Programme SAVE de l'UE

Efficacité des systèmes

Parfois, les gains sont suffisants pour justifier un changement de système

- Ex: pompe mal dimensionnée, entraînement courroies, moteur IE1
- Remplacée par pompe bien dimensionnée, entraînement direct, classe IE3
 - Rendement moteur, rendement transmission, rendement de la pompe
- Investissement: 1 200 000 Rs
- Temps de Retour Brut < 3 ans



Efficacité des systèmes

- Si on peut baisser la pression d'utilisation: réduction du besoin d'énergie
- Ex: différents types d'asperseurs en irrigation

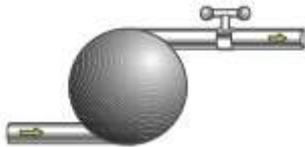


Pression disponible	0,5 à 2,5 b	0,5 à 2,5 b	1,5 à 3,5 b	2 à 4 bars
Type d'arroseur	Spray	Spray sur canne de descente	Spray à rotor	Sprinklers
Sensibilité au vent	Faible	Faible	Moyenne	Moyenne

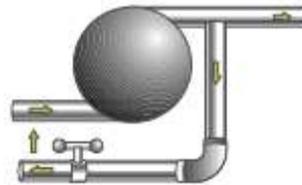
Variation de vitesse

Quand on a besoin de faire varier le débit d'une pompe, il existe plusieurs moyens:

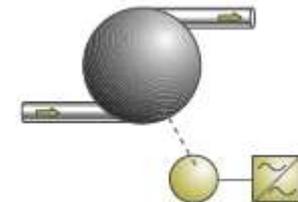
- Marche – arrêt (100% ou 0%)
- Plusieurs pompes que l'on peut associer en parallèle
 - Par ex, si 2 pompes de même taille: 0 – 50 – 100%
- Bridage par une vanne
- Recirculation (by-pass)
- Variation de vitesse



Bridage par vanne



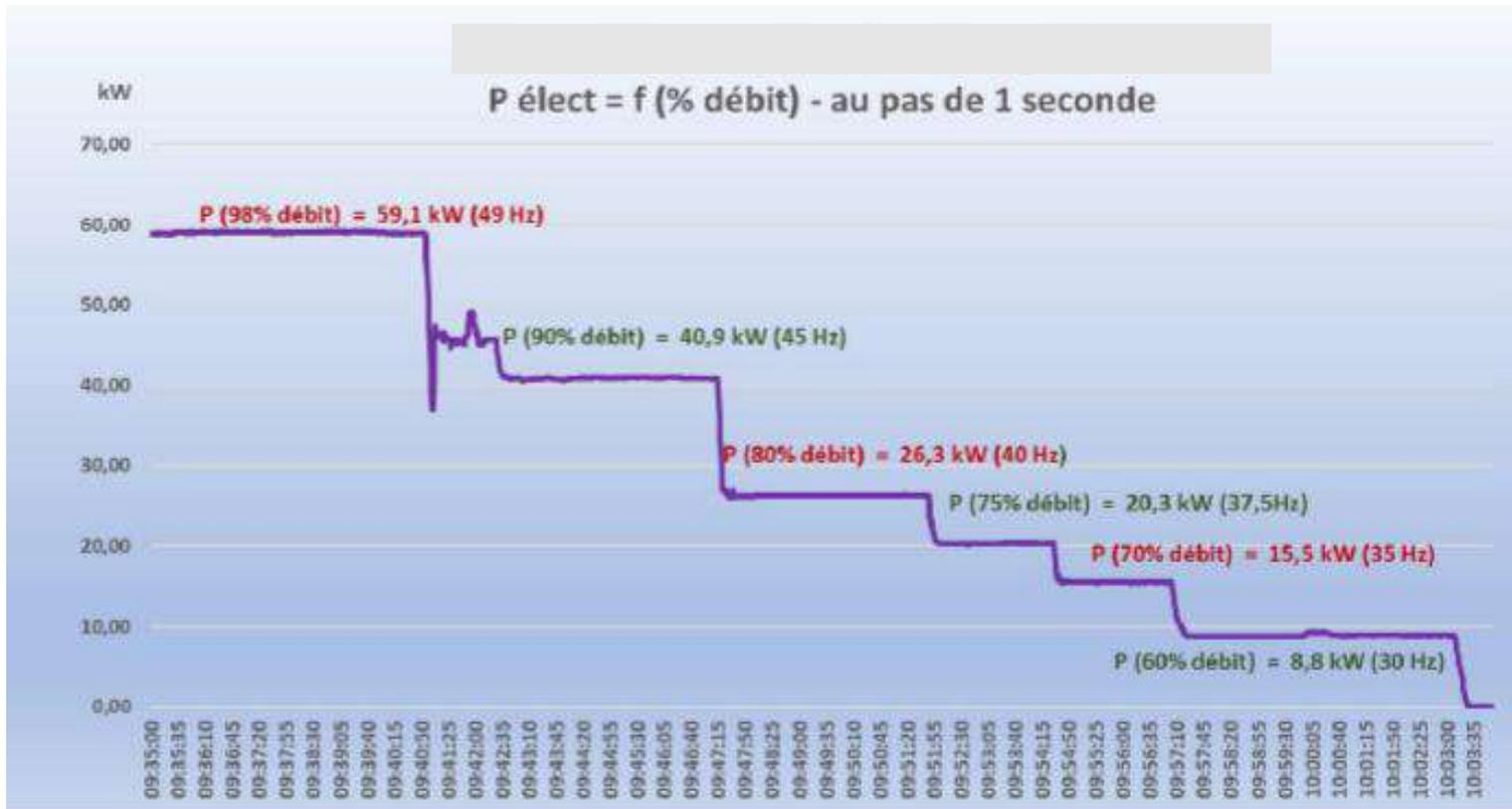
Recirculation



Variation de vitesse

Variation Electronique de vitesse

Les audits PNEE ont permis de valider l'efficacité de la VEV dans le cas de pompes et de ventilateurs

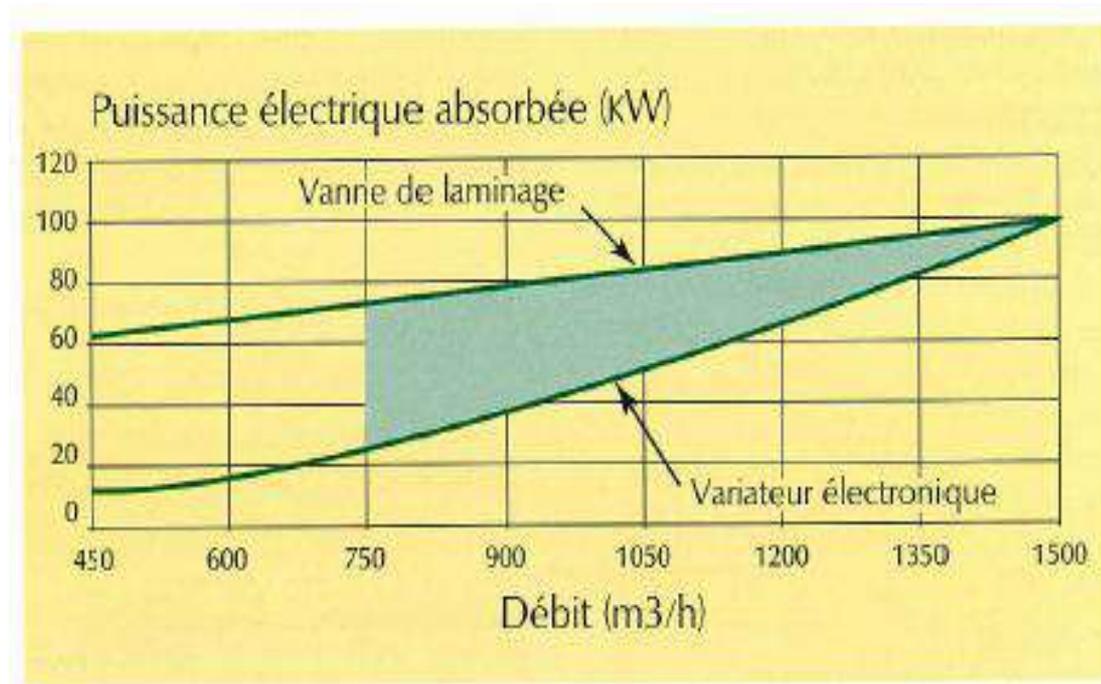


réduction de débit -20% => réduction de puissance ≈ 50%

Source: PNEE - Rapport d'audit MPV - Optinerגיע

Variation Electronique de vitesse

Par rapport à une régulation par laminage, le gain de la VEV est souvent élevé et le temps retour brut rapide, souvent entre 1 et 3 ans



Adapté du support de formation Ademe – Apave : « Comment optimiser les consommations d'énergie dans votre entreprise »

Mais il faut une étude au cas par cas, et parfois la VEV ne se justifie pas.



PNEE

Programme National
d'Efficacité Énergétique

Focus sur les stations de pompage pour irrigation

- Pratiquement pas de recommandation de type Quick Wins
 - Les systèmes sont assez simples à exploiter
 - Les équipes d'exploitation sont compétentes et maîtrisent bien leur outil
 - Quelques gains potentiels sur la tarification (évitement de peak hours)
 - Potentiels surtout dans des changements de systèmes
 - Ajout d'une variation de vitesse sans changement des équipements
 - Changement d'équipements mieux adaptés aux besoins (nouvelles pompes)
 - Remplacement de sprinklers par arroseurs basse pression
 - Equipements de comptages et instrumentation pour suivre les performances (débit, pression, électricité)
 - A plus long terme: introduction de moteurs performants au fur et à mesure des remplacements
 - Au total, gain moyen potentiel de 40% avec temps de retour de 2 à 4 ans selon les sites
 - Mais des actions pas toujours faciles à mettre en œuvre et qui peuvent demander des essais, validations, études et ajustements
 - Avec l'objectif de répliquer les actions dans les autres stations de pompage
-

les 3 mesures physiques « types »



Fil chaud => mesure du débit
d'air à l'ouïe du ventilo ou
dans la gaine



Micromanomètre =>
mesure pressions (Pa)



Appareil
multifonction



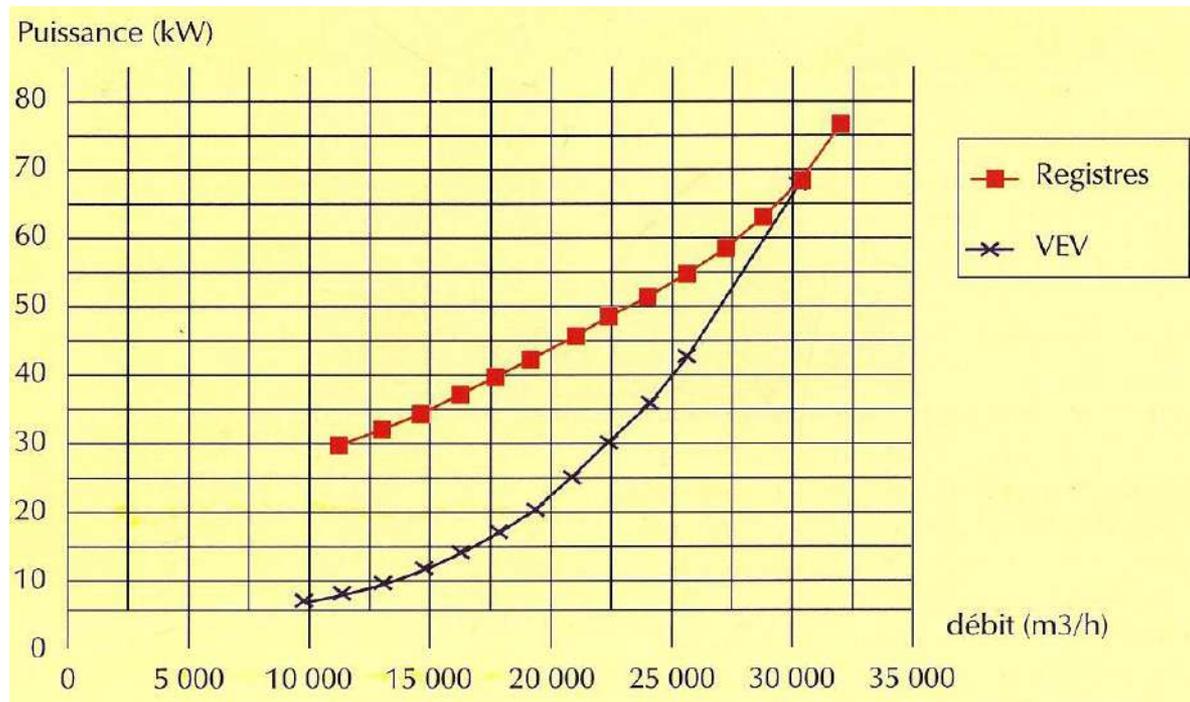
Sonde hélice => mesure du
débit d'air à l'ouïe du ventilo



Pince wattmétrique =>
mesure puissance élec

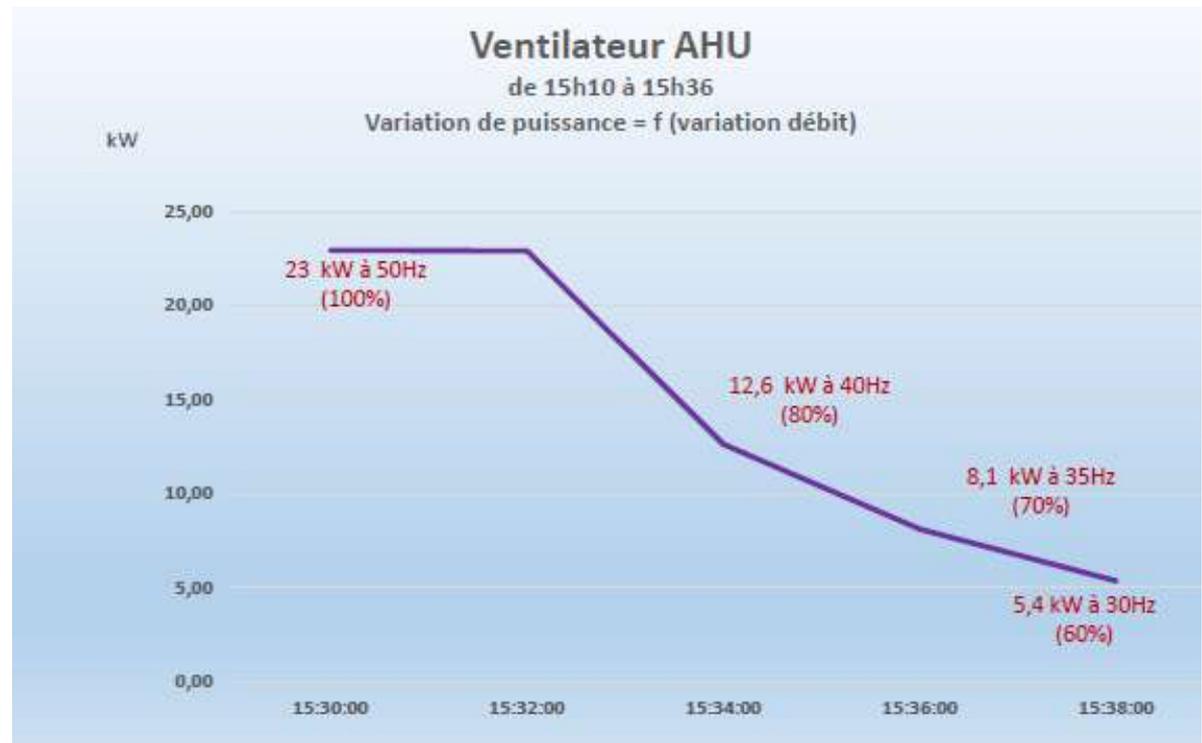
Actions sur les ventilateurs

- De même nature que pour les pompes
- Contrôle du fonctionnement manuel ou asservi
- Variation de vitesse au lieu de registres pour faire varier le débit d'air
 - Adapter le fonctionnement au besoin réel: contrôle par T°, CO2, humidité, etc
 - Ex ci-dessous : gain de 30% vs contrôle par registre



Actions sur les ventilateurs

- Les audits PNEE sont aussi l'occasion de valider certaines solutions - Ex ci-dessous : mesure audit PNEE qui montre le bon fonctionnement de la VEV sur un ventilateur
 - gain de 45% en puissance pour une réduction de débit de 20%

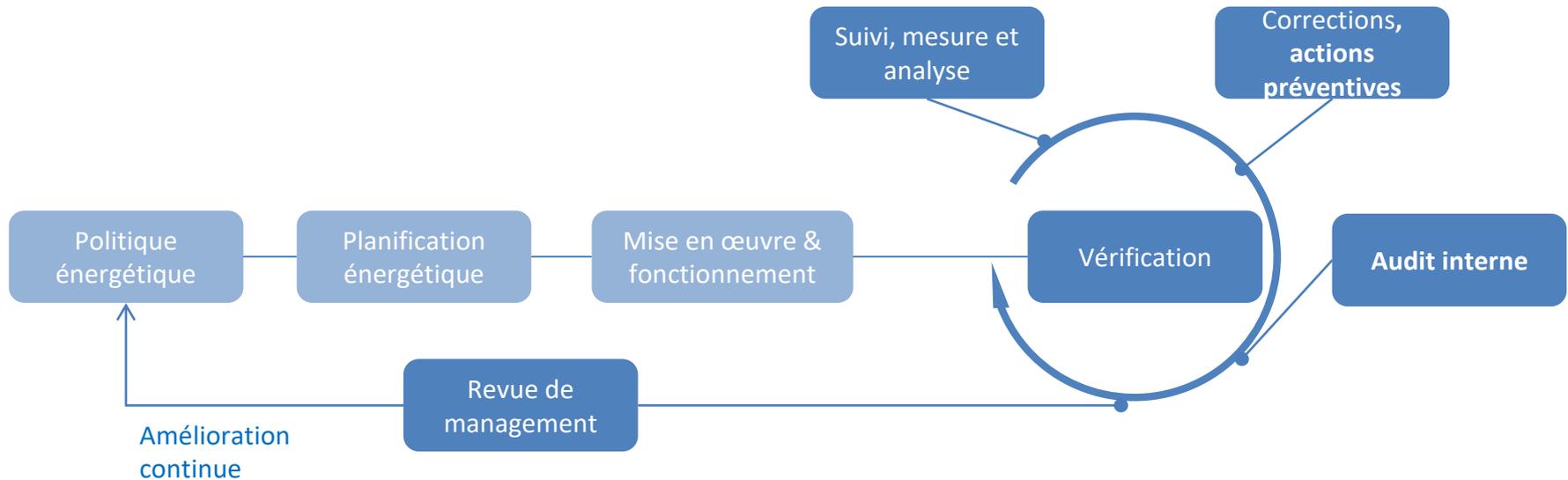


Source: PNEE - Rapport d'audit MPV
- Optinergie

- A plus long terme: conception des installations, dimensionnement et choix des équipements performants

Groupe "Usage Moteurs - Pompes - Ventilateurs" - Secteur privé (5 sites)		
Consommation électrique des sites audités	19 730	MWh/an
Consommation des systèmes MPV audités	7 767	MWh/an
Part des systèmes audités dans la conso élec	39%	%
Prix moyen électricité	4,98	Rs/kWh
Facture énergie des systèmes audités	38 667	kRs/an
Nombre de projets à temps de retour < 7 ans	22	
Gains sur électricité	1 190	MWh/an
	13%	% des systèmes audités
	4 838	kRs/an
Dont gains à TRB < 6 mois	2 145	kRs/an
Investissement	6 380	kRs
TRB moyen	1,3	ans
GES évités	1 117	t CO2/an

Energy Management System as per norm ISO 50001



- Strong involvement of the top management
- Designation of responsables with sufficient authority, expertise and resources (including time)
- Participation and motivation of all employees
- Continuous improving based on reporting

Breakfast

2017 Année de l'efficacité énergétique à Maurice

Eau Chaude Solaire



30 novembre 2017 - Ebène

PARTENAIRES DE BUSINESS MAURITIUS



L'efficacité énergétique en entreprise est un pilier de la dynamique de transition énergétique portée par Business Mauritius



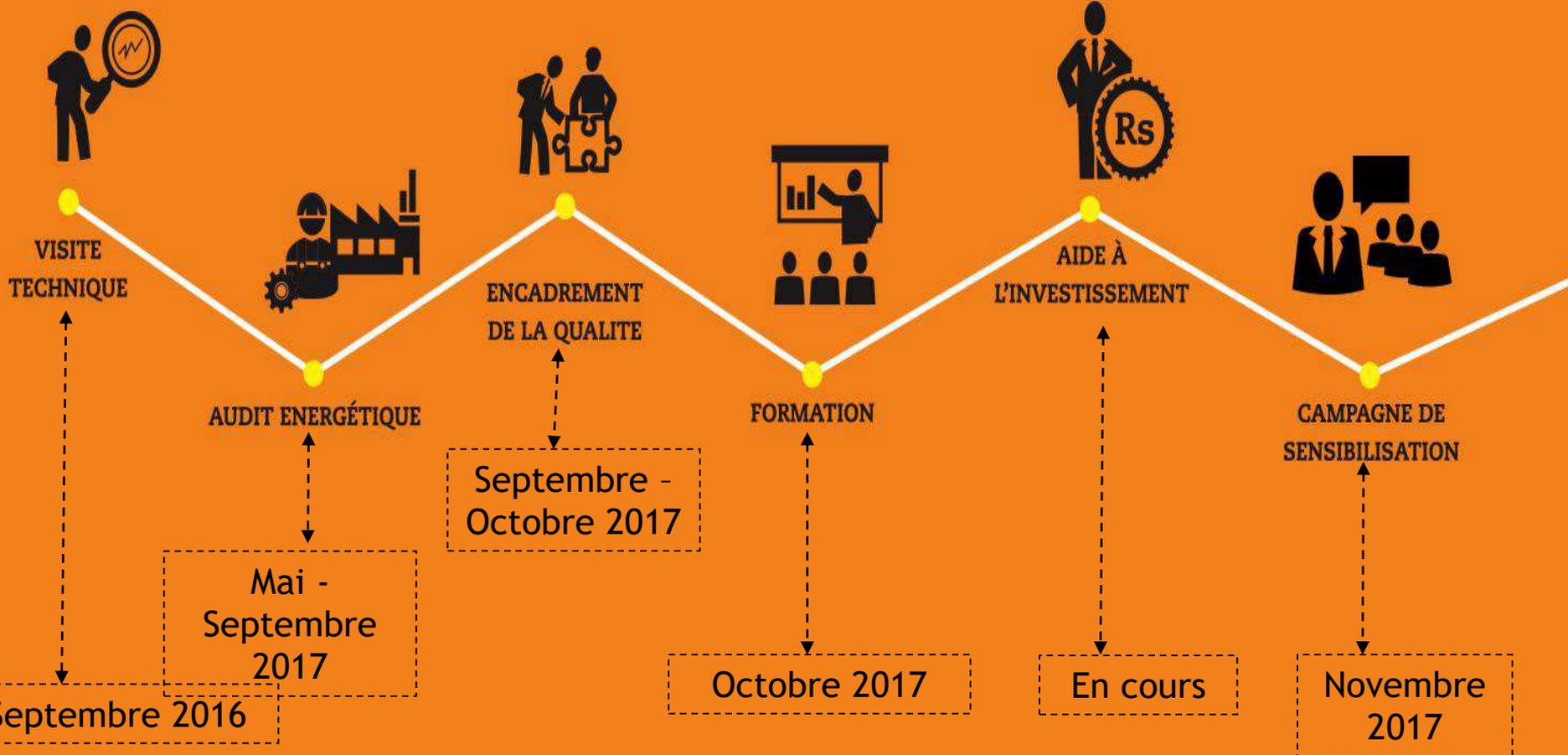
Nou lenerzi
Mauritius achieving energy transition



nou lenerzi

Nou lenerzi
Mauritius achieving energy transition

En marche vers l'efficacité énergétique !



Les entreprises candidates:

Nos remerciements aux 6 participants



Présentation du groupement

1. EDEX INGENIERIE

Bureau d'études fluides et maîtrise de l'énergie
dans l'Océan Indien

Basé à la Réunion

Audit : Eau chaude dans les hôtels

2. CEETI

Bureau d'études spécialisé en efficacité énergétique

Tertiaire et industrie

dans l'Océan Indien

Basé à la Réunion

Audit : Eau chaude dans l'industrie

3. DOM'ENERGY

Accompagnement pour la mise en place de mesures
et d'analyse énergétiques (EWATCH)

Audit : Instrumentation terrain des hôtels



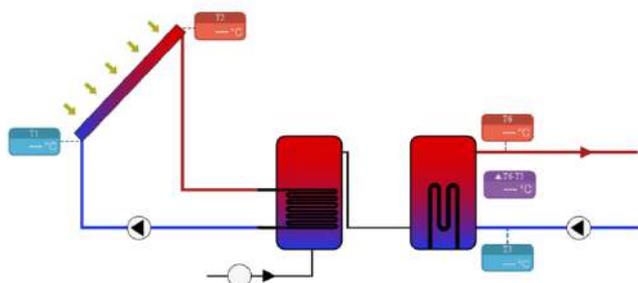
Méthodologie

1. VISITE PRELIMINAIRE DES SITES
 2. INVESTIGATIONS PAR USAGE
 3. INSTRUMENTATION
 4. ANALYSE DES FACTURES
 5. CALCUL DES BESOINS EN EAU CHAUDE
(selon hypothèses, bases de données et ratios usuels ...)
1. ANALYSE DES MESURES et EXTRAPOLATION
 2. COMPARAISON SIMULE vs MESURE
 3. PRECONISATION PAR POSTE
 4. GAIN ENERGETIQUE / COUTS / T.R.I.
 5. MANAGEMENT DE L'ENERGIE

Audits énergétiques groupés : 220 000 à 280 000 MRU (Hors aides financières)

Instrumentation

Mesures CLOUD (Intensités, températures):



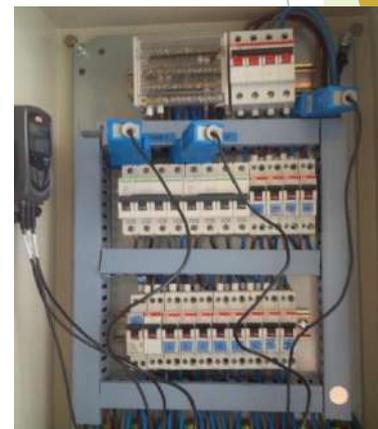
Comparaison des delta T°C

← 2017-09 →



● Delta Temp Chaudières ● Delta Temp Désurchauffe
● Delta Echangeur Solar

Mesures autonomes
(débits, intensités):

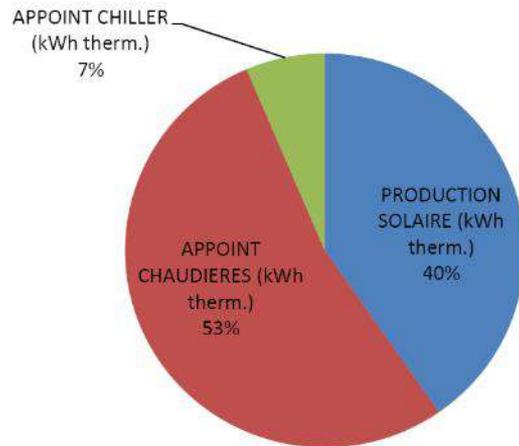


Autres mesures:

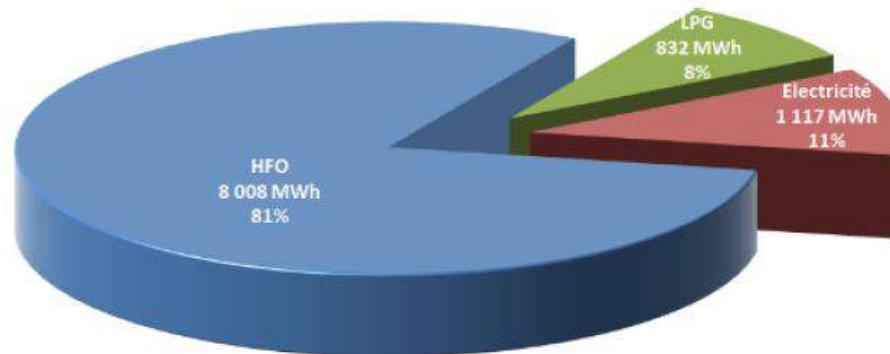
Analyse de combustion, etc

Exemple : Bilans et Répartition des consommations

Répartition des consommations énergétiques théorique



Répartition énergies



EAU CHAUDE | Objectifs

✓ REDUCTION DES BESOINS:

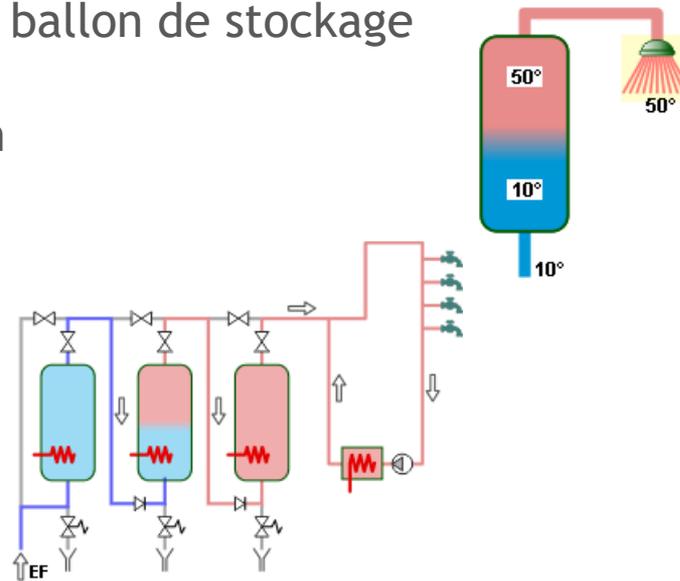
- Réduire le temps d'utilisation
 - *Réglage optimum du débit avant la température*
 - *Mitigeur mécanique ou thermostatique*
 - *Comportement des usagers (sensibilisation)*
- Réduire la pression
 - *Réducteur de pression*
- Réduire le débit
 - « *Mousseurs* »
- Réduire les fuites
- Supprimer l'eau chaude dans les sanitaires communs (lavabos)



EAU CHAUDE | Objectifs

✓ AMELIORER LA PRODUCTION:

- Renforcer l'isolation d'un ballon de stockage
- Améliorer la stratification
- Réduire le volume du réservoir d'eau chaude



- Les pompes de circulation
- Eau chaude solaire
- Pompe à chaleur
- Récupération sur production froid
- Chaudières vapeur, gaz
- Récupération sur air comprimé

EAU CHAUDE | Objectifs

✓ AMELIORER LA DISTRIBUTION:

- Stopper la circulation la nuit et pendant les arrêts de production (industrie)
- Isoler les tuyauteries
- Réduire la puissance des pompes de circulation
- Prévenir les risques de légionelles (suppression des bras morts, chocs thermiques, ...)
- Qualité de l'eau: eau adoucie pour les besoins du process,



EAU CHAUDE | La légionellose

- La « legionella pneumophila »

Bactérie.

Transmission se réalise par inhalation d'aérosols (gouttelettes de 1 à 5 microns) et contamination des poumons.

- Les pathologies

Dans moins de 5% des cas → pneumonie (mortalité de 10 à 20% des cas)

- Croissance et température

La croissance a lieu entre 25 et 45 °C, avec un optimum entre 32 et 42 °C

- Destruction

- A 50 °C, 90 % des bactéries présentes meurent dans les 2 à 6 heures.
- A 60 °C, 90 % des bactéries présentes meurent dans les 5 minutes.
- A 80 °C, 90 % des bactéries meurent dans les 30 secondes

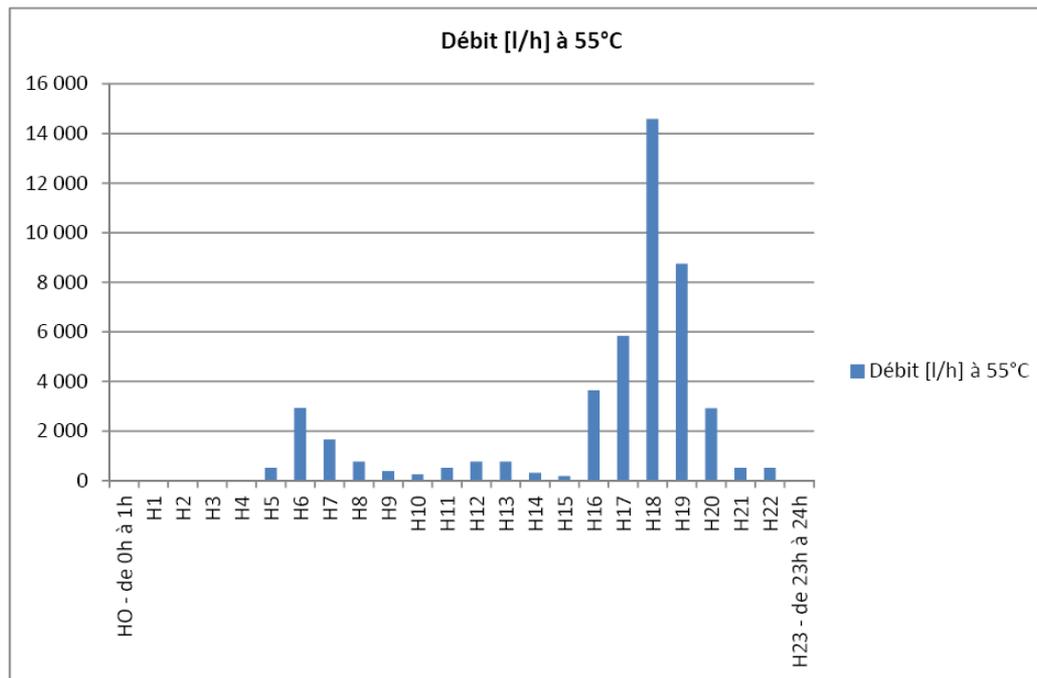
- ✓ RECOMMANDATIONS:

- Éviter la stagnation (bras morts des réseaux).
- Garder en continu les systèmes à une T° > 55 °C.
- Éliminer les zones tièdes dans les ballons de stockage.

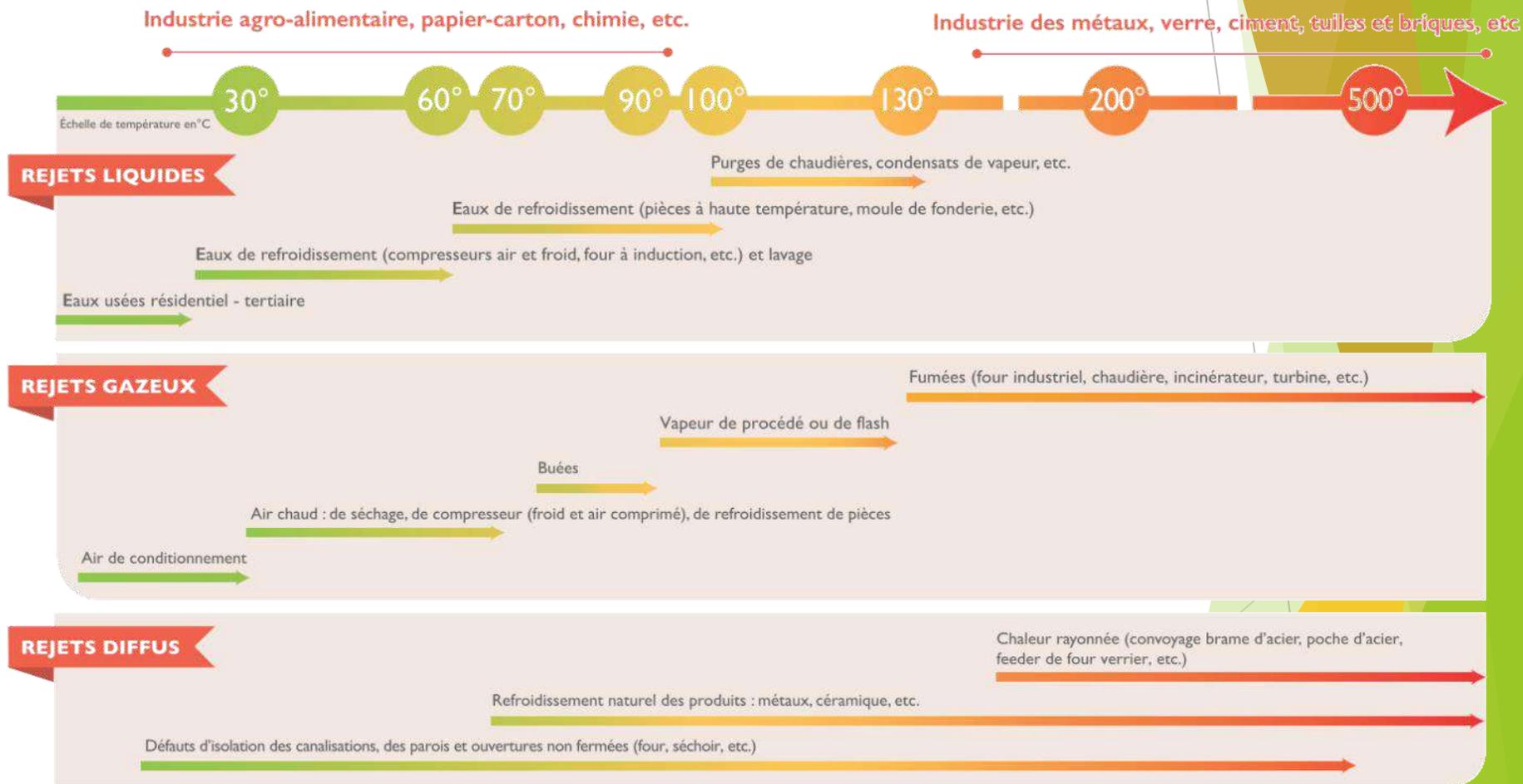
HOTELLERIE | Définition des besoins

✓ DETERMINATION DE 3 FACTEURS:

- La consommation de pointe sur 15 min
- La consommation horaire de pointe
- La consommation journalière



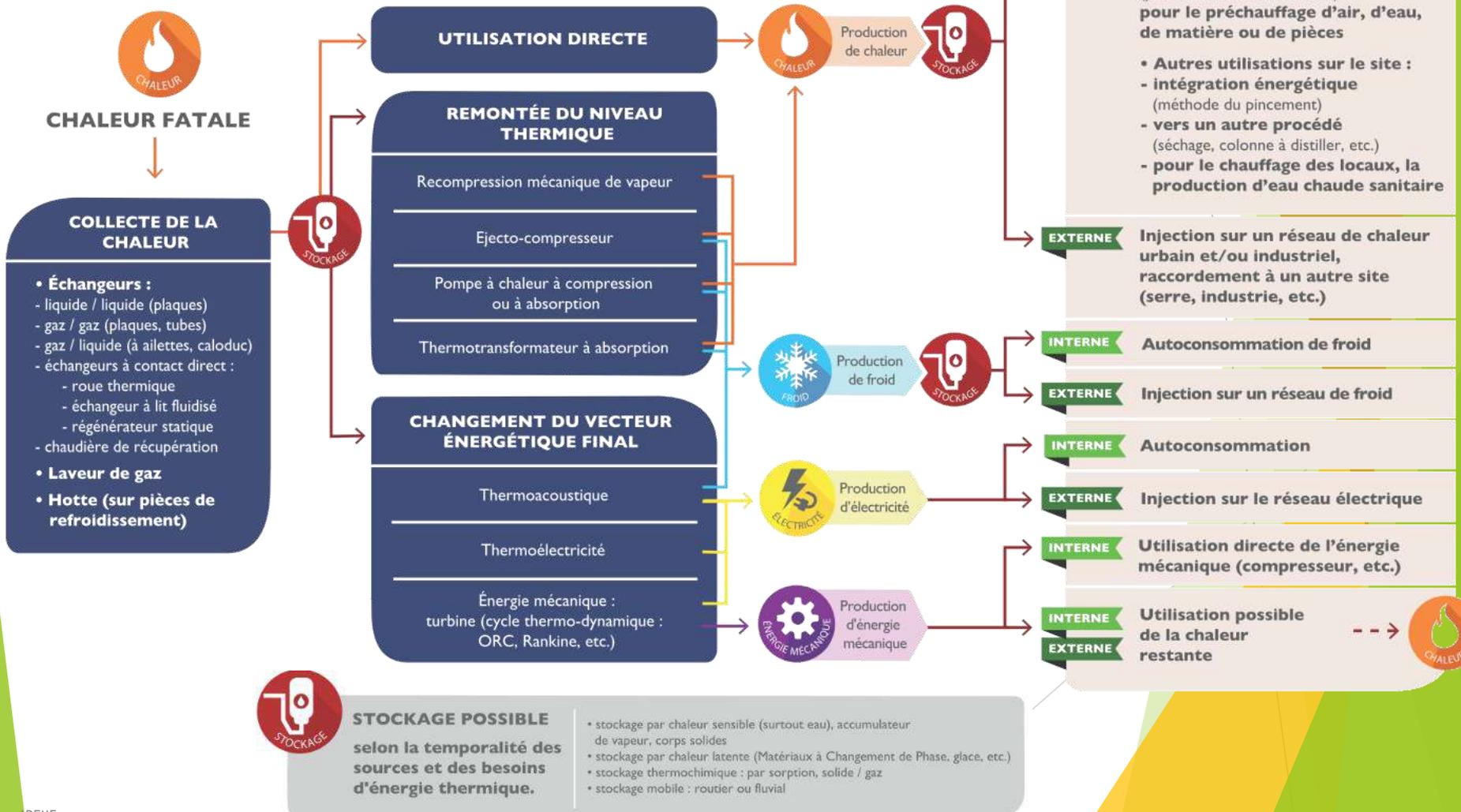
→ Origines et caractéristiques



Secteurs industriels, origines et caractéristiques des rejets thermiques donnés à titre indicatif.

➔ Valorisation

USAGES



- Pourquoi récupérer de la chaleur ?

Valoriser une énergie déjà payée

- Quel est mon besoin de chaleur ?

Déterminer les volumes, températures, périodicités d'utilisation

- Où récupérer de la chaleur ?

Sur des process, des utilités, des rejets

- Comment récupérer la chaleur ?

Avec des solutions techniques pour chaque contexte

- Que faire de la chaleur récupérée ?

Valoriser en interne ou en externe

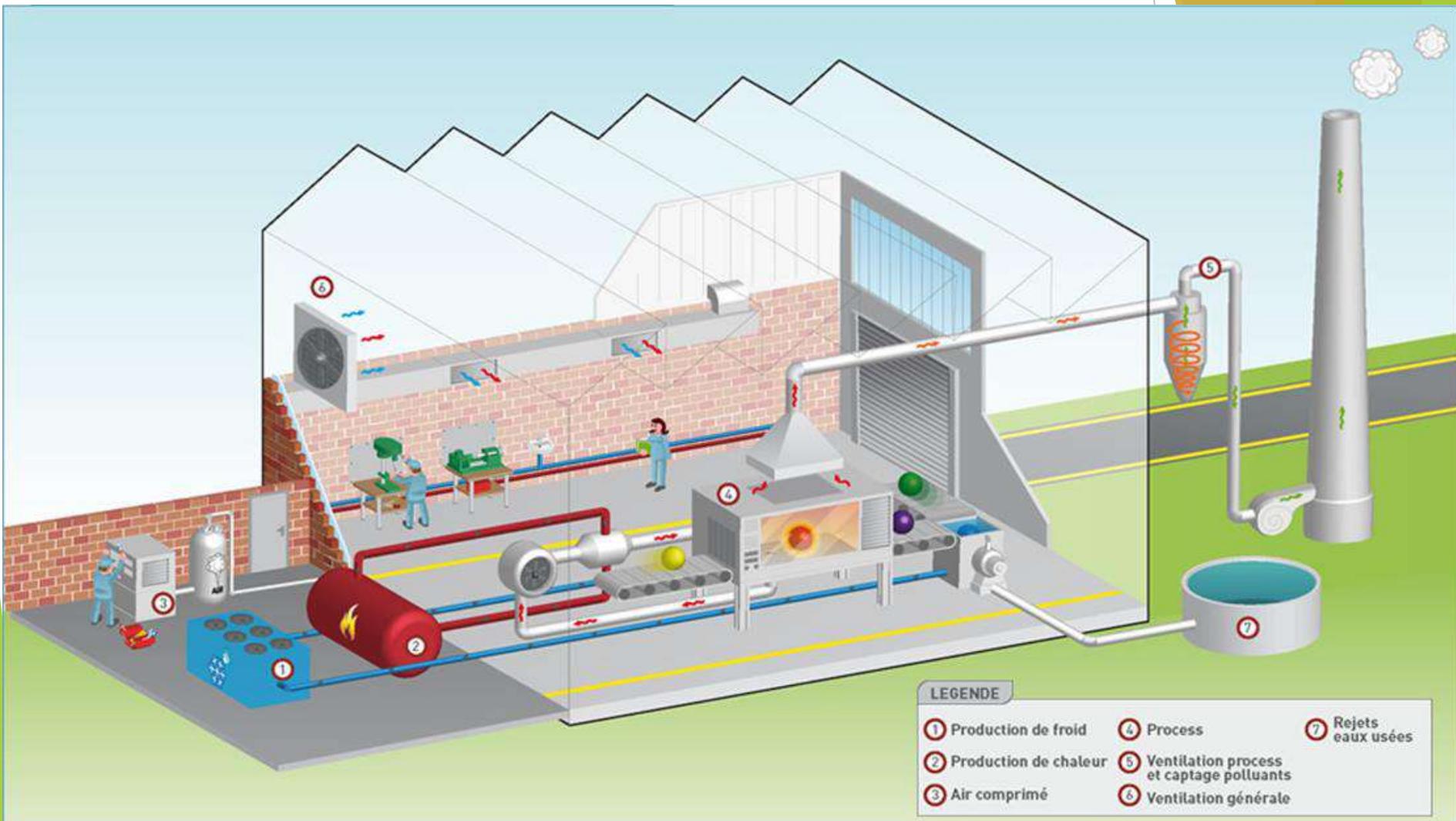
- Le solaire thermique est envisageable ?

Plutôt pour des besoins de petites puissances et non instantanés.

Si aucune récupération n'est possible.

Un taux de couverture solaire en industrie doit être entre 50 et 60% pour avoir des TRI raisonnables.

INDUSTRIE | Eau Chaude et récupération de chaleur



Quelques exemples rencontrés pendant les audits

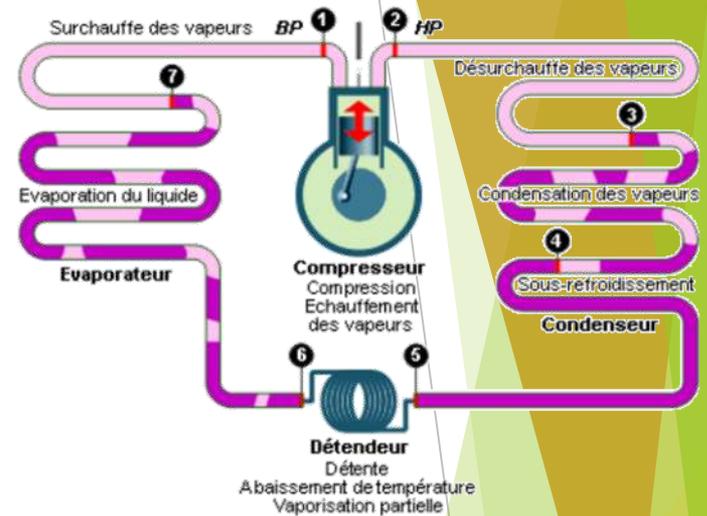
Production de froid

- Au niveau de la désurchauffe (phase points 2 et 3) :

le fluide frigorigène, à l'état vapeur au refoulement du compresseur, est refroidi à pression constante avant d'entrer dans le condenseur. C'est à ce niveau que le fluide frigorigène présente la température la plus élevée. Elle varie en fonction de la nature du fluide (137 °C pour l'ammoniac contre seulement 58 °C pour le R404a). La quantité d'énergie récupérable sera cependant limitée (environ 5% de la puissance de condensation) car elle se fait sous forme de chaleur sensible mais elle procure un niveau de température élevée.

- Au condenseur (phase correspondant aux points 3 et 4) :

le fluide condense en produisant de la chaleur à température constante. C'est à ce niveau qu'en termes de quantité le potentiel de récupération d'énergie est le plus élevé mais le niveau de température faible (maxi 40 °C, à concurrence de la température de condensation).

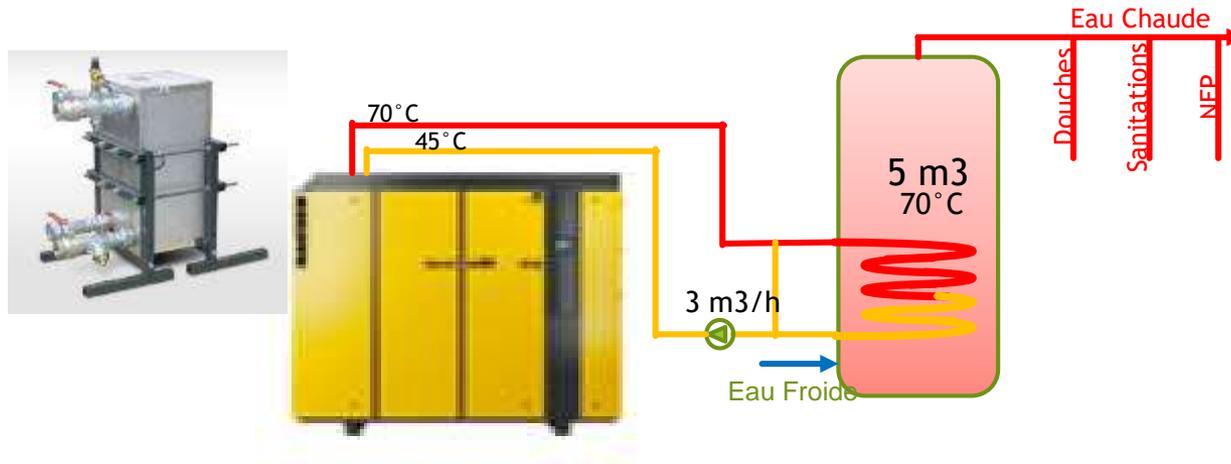


La récupération de chaleur sur la désurchauffe permettrait de préchauffer 1,75 m³/h pour une utilisation au niveau du process et la production de l'eau chaude sanitaire des douches. Gain potentiel sur la consommation de HFO 205 000 Rs/an.

OU la récupération pourrait se faire au condenseur pour des besoins de nettoyage avec une eau à 40 °C. Dans ce cas le gain potentiel sur le HFO pour 50m³ d'eau chauffée par jour serait : 900 000 Rs/an.

Quelques exemples rencontrés pendant les audits

Production d'air comprimé

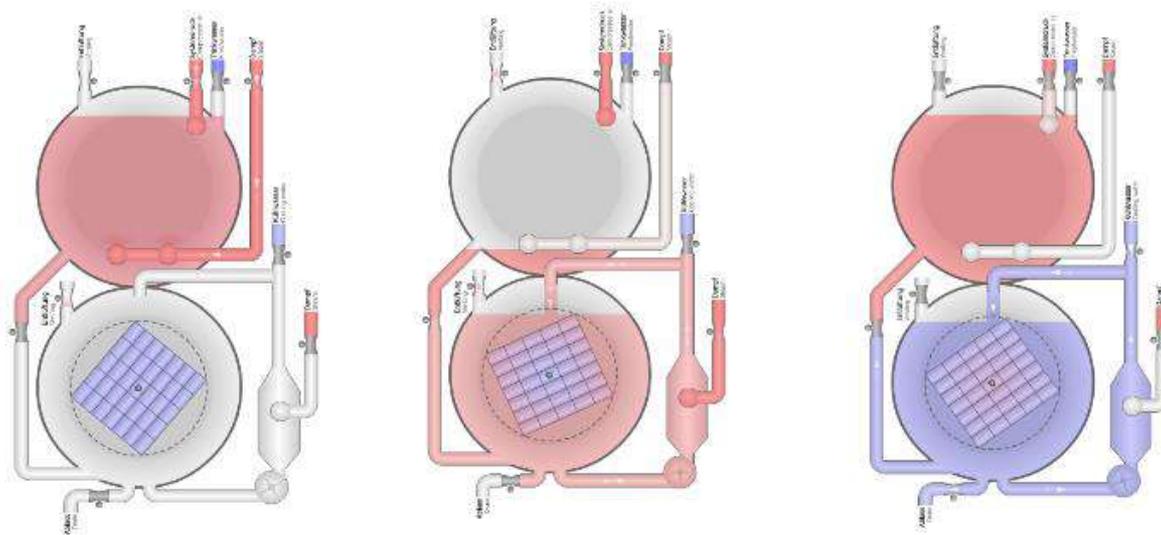


Sur ce compresseur la récupération de chaleur sur le circuit de refroidissement du compresseur livrée avec la machine permet de chauffer de l'eau froide de 23°C à 70°C.

Le potentiel de récupération de chaleur pour préchauffer et/ou chauffer de l'eau représente un coût évité en HFO de l'ordre de : 346 000 Rs/an.

Quelques exemples rencontrés pendant les audits

Process



Sur ce process la récupération de chaleur sur le circuit de refroidissement des produits après traitement permettrait de chauffer de l'eau froide de 23°C à 40°C.

Le potentiel de récupération de chaleur compte tenu des cycles de production pour préchauffer de l'eau, représente un coût évité en HFO de l'ordre de 245 000 Rs/an.

Quelques exemples rencontrés pendant les audits

Production de vapeur

Les procédés utilisant de la vapeur pour échange thermique génèrent des condensats après échange qui peuvent avoir un coût très important s'ils ne sont pas ramenés en chaufferie pour chauffer l'eau de la bûche alimentaire.

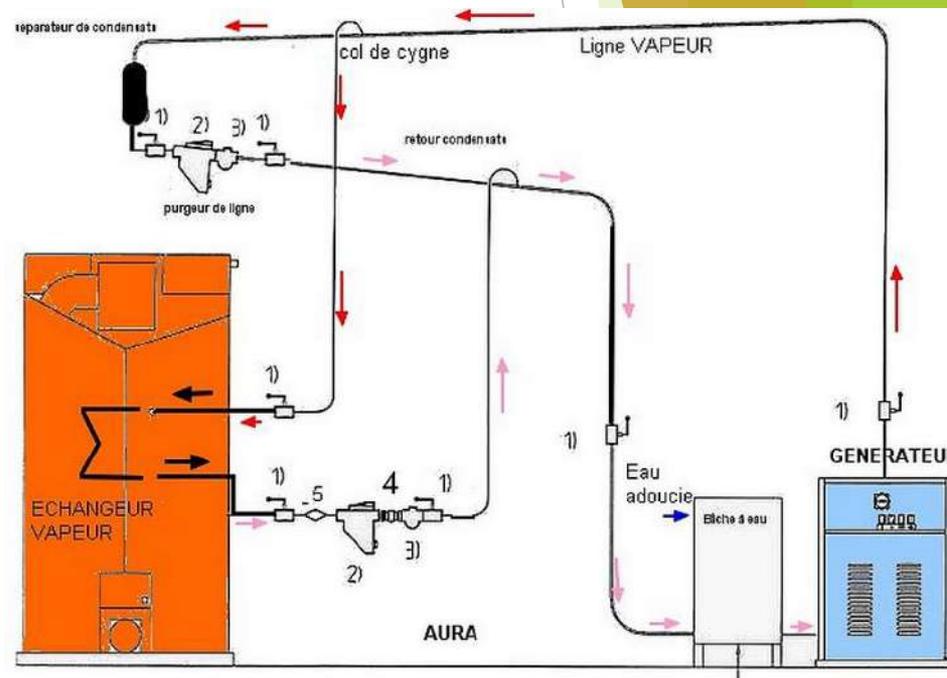
D'une part l'eau de ces condensats est une eau pure qui a été traitée et d'autre part le fait de chauffer l'eau alimentaire :

- améliore le rendement global de l'installation,
- diminue la consommation de combustible,
- augmente la quantité de vapeur produite
- diminue la production d'oxygène dissout source de corrosion rapide.

La récupération de tous les condensats sur un site permettrait d'élever la T°C de l'eau alimentaire des chaudières de 30°C et 63°C à 85°C.

Ce potentiel représente une économie sur le HFO estimé à :

1 500 000 Rs/an



EAU CHAUDE SOLAIRE | Présentation

Gisement solaire:

Rayonnement global = rayonnement direct
+ rayonnement diffus

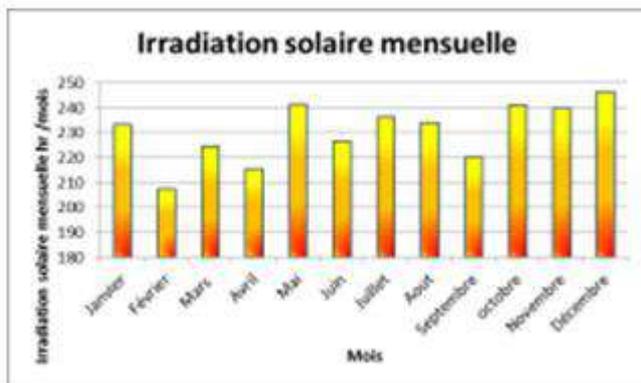
Ile Maurice:

Gisement solaire:

suivant les mois de l'année:

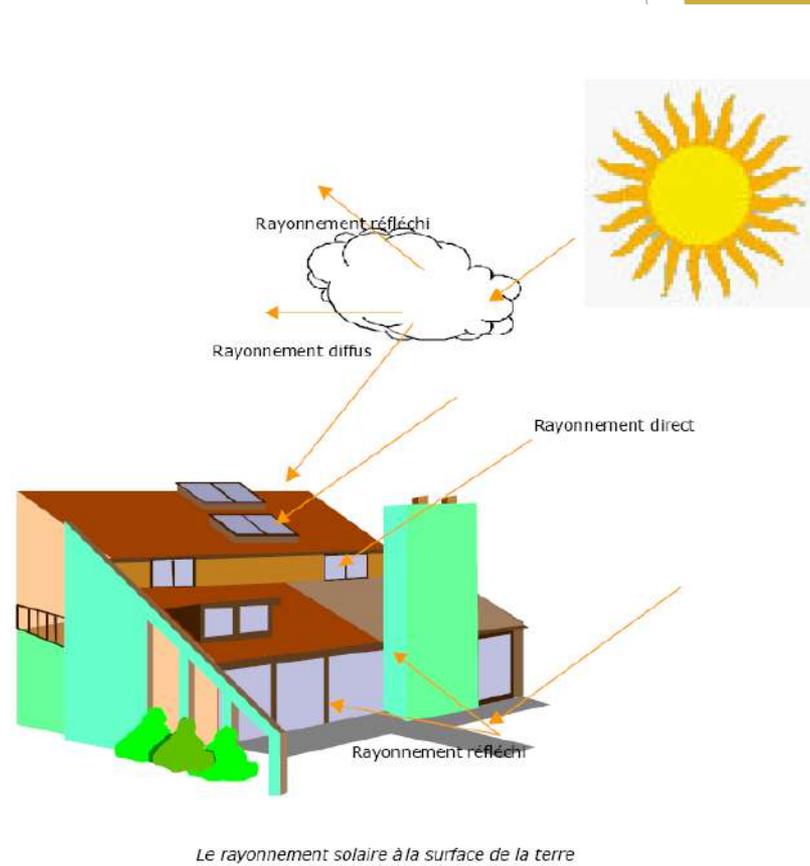
De 210 à 245 kWh/m²/mois dans l'ouest
(Station Médine)

Soit près de 3000 kWh/m²/an



Autres facteurs climatiques:

- Température ambiante
- Température de l'eau froide



EAU CHAUDE SOLAIRE | Capteurs solaires

Différents type de capteurs:

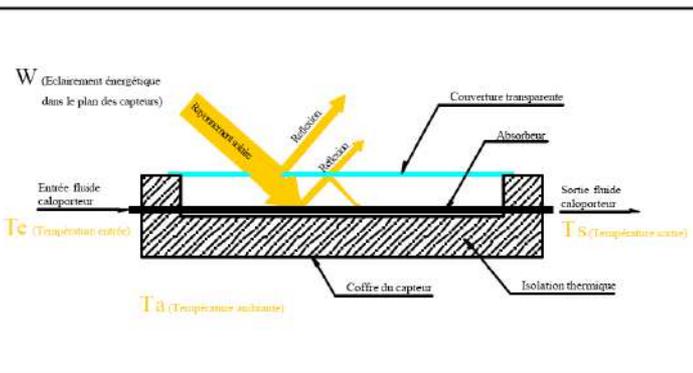
- Capteurs non vitrés ou « moquette solaire »

Adaptés au chauffage des piscines en plein air car efficaces avec une température d'ambiance élevée, pour atteindre une température inférieure à 30°C



Photo 3 : Piscine publique utilisant des capteurs souples

- Capteurs plan vitrés:
Adaptés pour atteindre 70°C
Composés d'un coffre, d'un isolant, d'un absorbeur et d'une vitre



- Capteurs sous vide:
Utilisé pour atteindre des températures de fonctionnement très élevées (> 100°C) ou avec une température ambiante faible (en montagne par exemple)

- Certifications des capteurs:
CSTB, Solar Keymark

EAU CHAUDE SOLAIRE | Installation des capteurs

Masques:

Une analyse des masques est indispensable lors de la conception des projets, la performance des capteurs est intimement liée aux ombres portées

Modes de pose:

- Sur toiture terrasse, sur chassis, ou au sol
- Intégré à la toiture
- Sur toiture inclinée



Inclinaison:

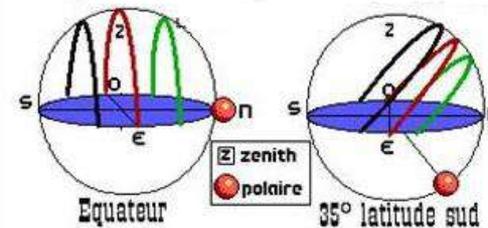
- Inclinaison la plus favorable = latitude
- Pour une couverture solaire annuelle optimale

Sur l'île Maurice: 21° sud

- Inclinaison plus favorable à un taux de couverture solaire hivernal: 25 à 45°

- Orientation optimale (hémisphère sud): Nord

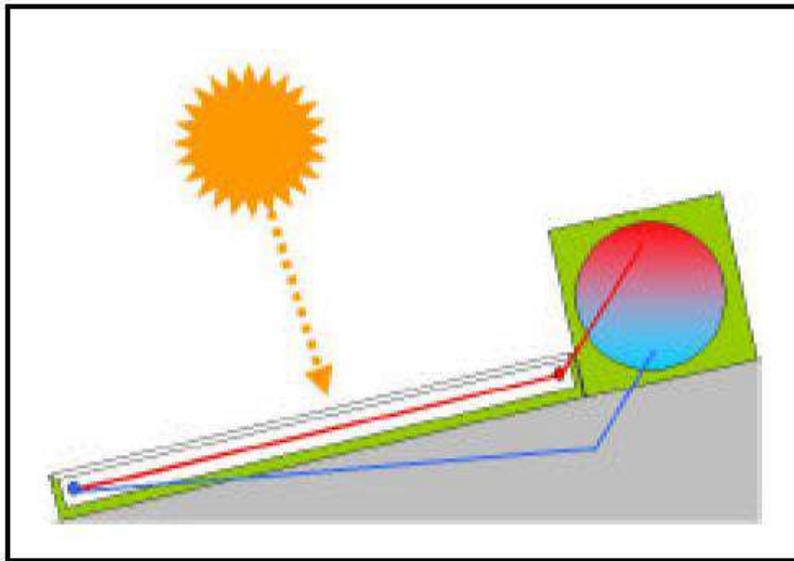
Mais les capteurs peuvent être installés à une orientation allant de l'ouest à l'est en passant par le Nord.



EAU CHAUDE SOLAIRE | Production individuelle

Thermosiphons:

Sous l'effet du rayonnement solaire, l'eau contenue dans le capteur s'échauffe et sa densité diminue, elle s'élève dans le circuit et est remplacée par de l'eau plus froide (et donc plus "lourde") en provenance du ballon. C'est l'effet thermosiphon.



▪ Avantages:

Pas de pompe, ni de régulation → peu de risques de panne

▪ Inconvénients:

- Limitation des possibilités d'installation (ballon au-dessus du capteur)
- Pas adapté aux installations de forte capacité et/ou avec des réseaux trop longs (pertes de charges) - possibilité d'interposition d'une pompe.

EAU CHAUDE SOLAIRE | Production collective

Dimensionnement:

Dans l'hôtellerie, le dimensionnement des besoins journaliers est basé sur les ratios suivants:
(Eau à 55°C)

Secteur résidentiel : Hôtellerie en litres par chambre

Type hôtel	Avec buanderie		Sans buanderie	
	plaine	mer/montagne	plaine	mer/montagne
Pas d'étoile	60	75	45	60
1 *	65	90	50	70
2 *	90	120	70	95
3 *	120	160	95	130
4 *	130	180	100	140

Secteur tertiaire : Restaurants

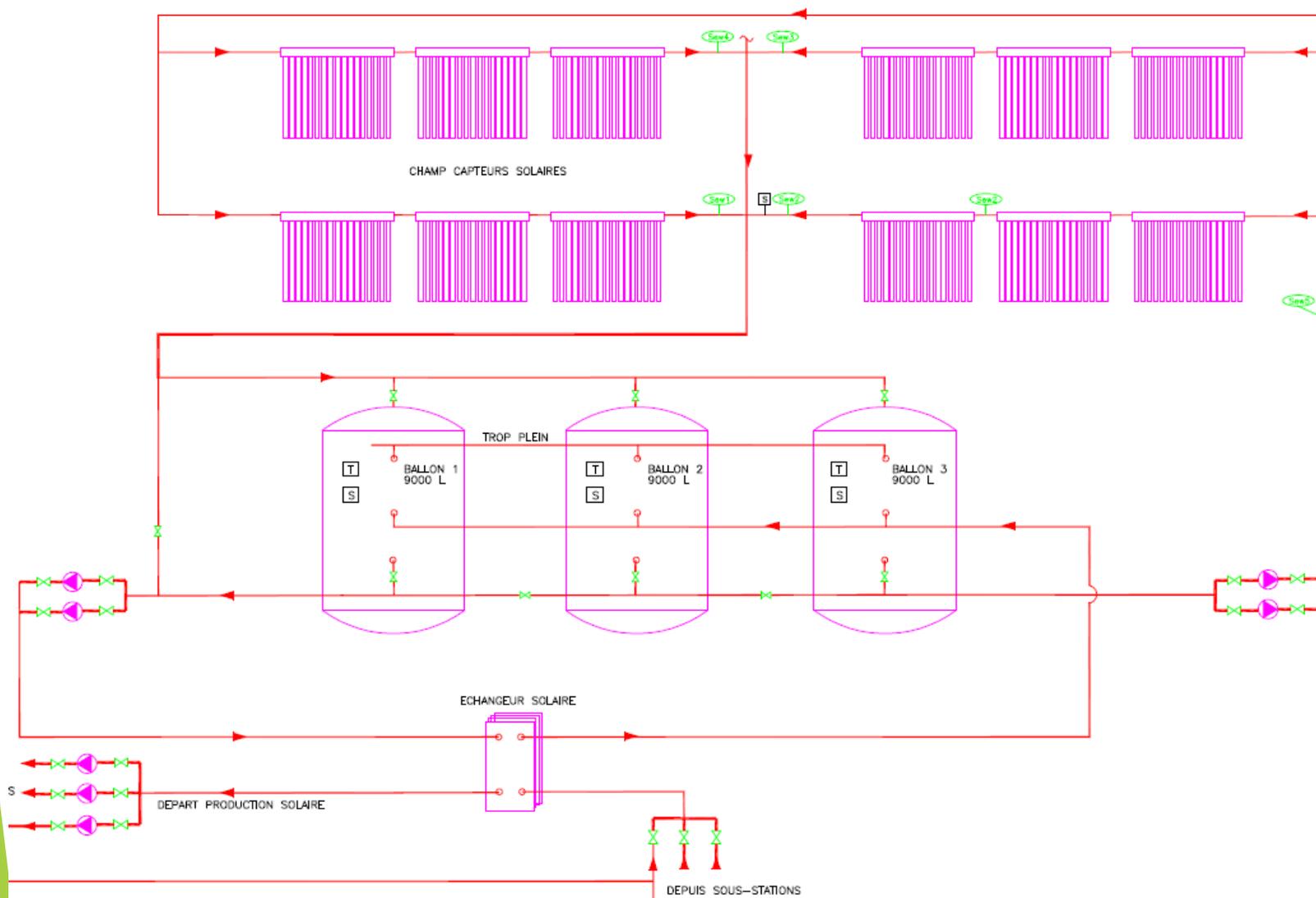
Type	Rapide	Traditionnel	Gastronomique
litres/repas	6	10	16

Stockage:

- Dans l'hôtellerie, le dimensionnement du volume de stockage doit permettre d'assurer l'heure de pointe du soir, qui représente approximativement 80% des besoins journaliers.
- Importance d'une bonne isolation des ballons de stockage



EAU CHAUDE SOLAIRE | Schéma de principe



EAU CHAUDE SOLAIRE | Suivi de l'installation

Moyens de mesure:

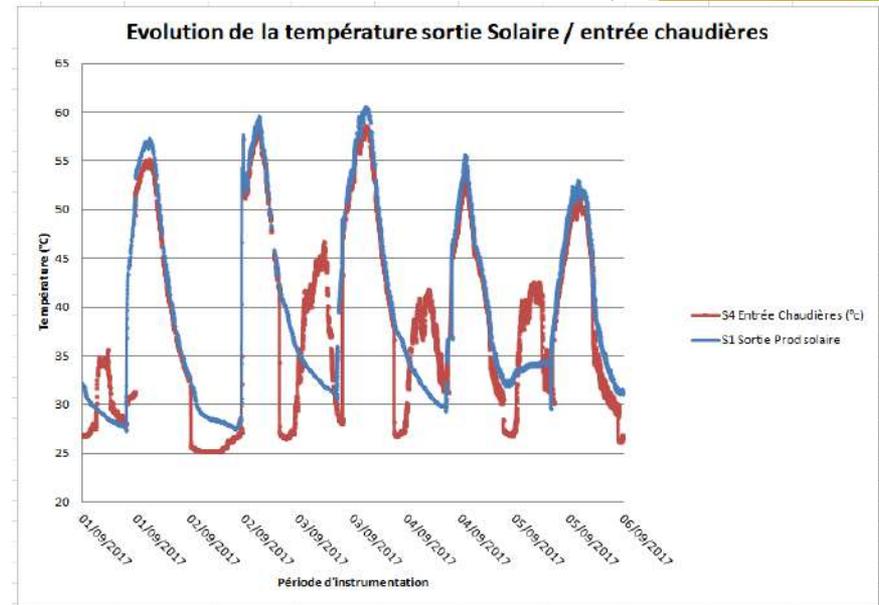
- Compteur eau froide à impulsions
- Température d'eau froide
- Température eau chaude départ ballon solaire
- Température arrivée des capteurs à l'échangeur
- Température départ appoint

Objectifs:

- Mesurer l'énergie solaire utile
- Mesurer l'énergie d'appoint utile
- Contrôler les dérives et y remédier rapidement

Maintenance bi-annuelle:

- Vérification de la pression du circuit
- Contrôle de la pression différentielle de la pompe
- Relevés index compteur EF et températures
- Vérification rapide de l'état de l'installation
- Nettoyage capteurs et entretien végétation



EAU CHAUDE SOLAIRE | Logiciel TRANSOL

Besoins:

- Consommation journalière suivant ratios
- Profil journalier de consommation Hôtel
- Profil annuel de consommation

Capteurs:

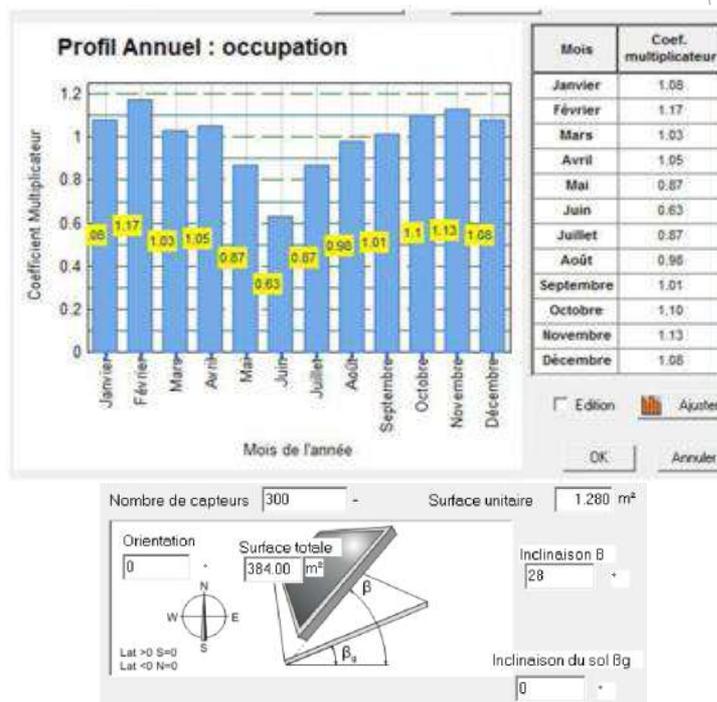
- Certificat CSTP ou Solermark
- Inclinaison
- Orientation

Stockage

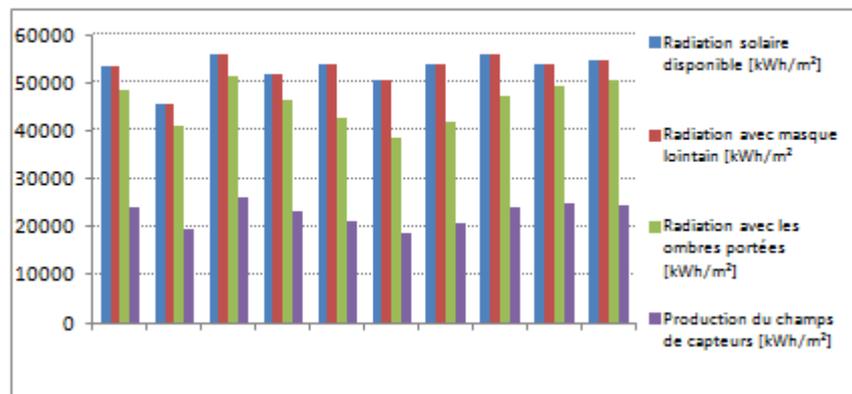
- Distribution

Résultats:

Pertes dues aux ombres portées

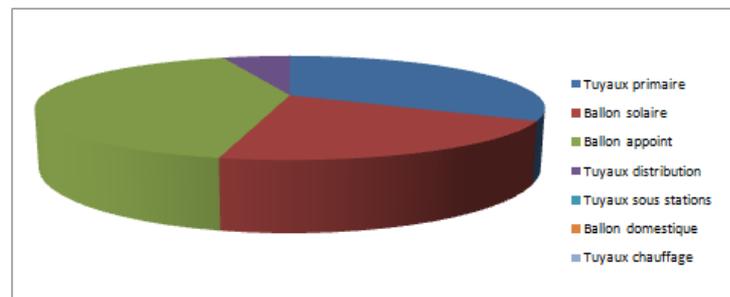


Pertes dues aux ombres portées des capteurs



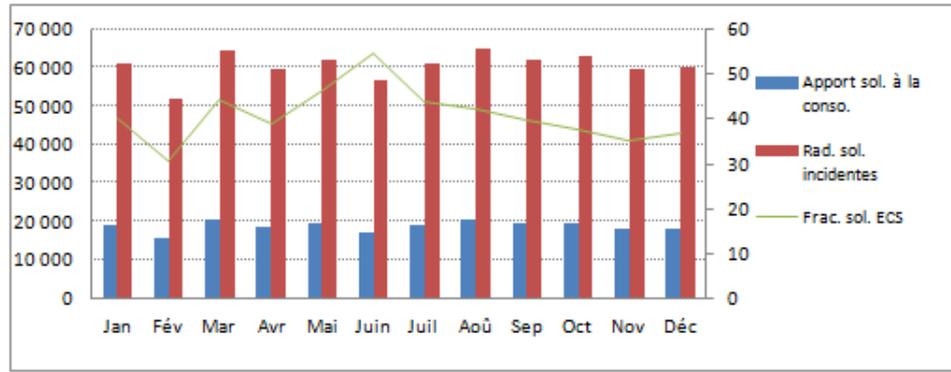
Pertes distribution

Graphique des pertes thermiques du système

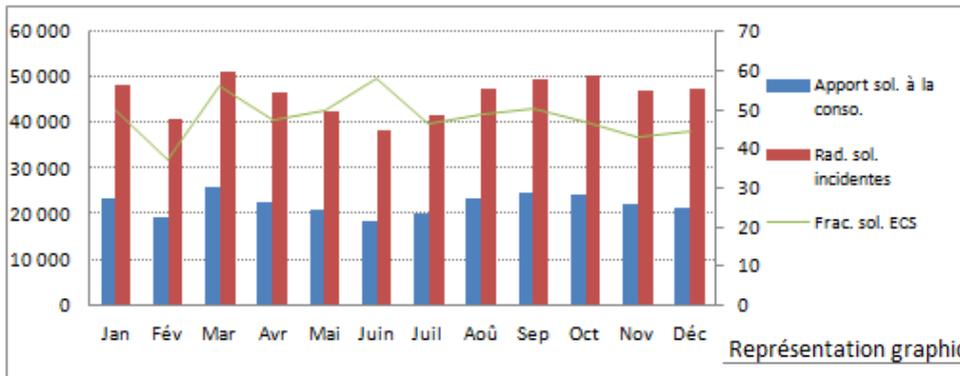


EAU CHAUDE SOLAIRE | Optimisation

Installation existante:
300 capteurs SFM25
 Taux de couverture: 40%



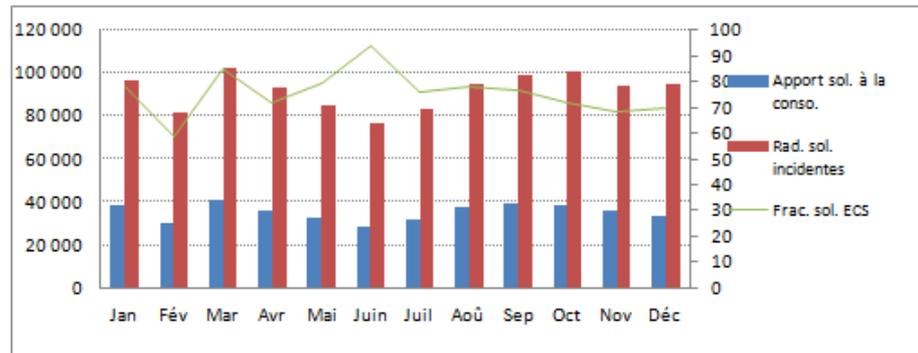
Représentation graphique des résultats énergétiques



Installation capteurs performants:
300 capteurs VIESMANN VITOSOL
 Taux de couverture: 48%

Représentation graphique des résultats énergétiques

Installation OPTIMALE capteurs performants:
600 capteurs VIESMANN VITOSOL
 Taux de couverture: 75%



INDUSTRIE | Eau Chaude Solaire

Une installation solaire est principalement utilisée en mode accumulation voire semi-instantané avec appoint chaudière par exemple, mais plutôt pour un besoin d'utilisation de l'eau chaude « perdue » dans un process sur des périodes définies (remplissage en eau d'un process pour préchauffage, nettoyage, préchauffage des solutions pour les NEP....) et/ou pour des besoins d'eau chaude sanitaire et de chauffage de piscine entre autres.

Par ailleurs, les hautes températures en production solaire sont atteintes au moment où l'irradiation est la plus importante dans la journée soit sur des période relativement courtes.

De plus le débit d'eau dans une nappe de capteur solaire doit être relativement bas pour permettre le chauffage de l'eau.

Sur de grandes installations il est de l'ordre en moyenne de 65 à 75 litres/m² de capteurs. Il est impossible de produire de l'eau chaude en instantané pour des puissances importantes avec qui plus est des températures élevées.

Autre paramètre, la rentabilité des installations solaires.

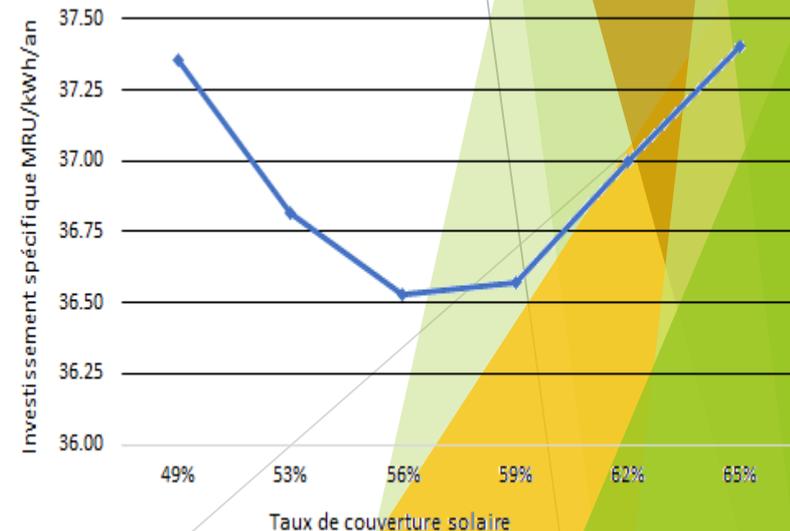
L'investissement d'une installation solaire est relativement élevé au regard de l'économie engendrée.

En industrie, pour des applications spécifiques le taux de couverture solaire de l'ordre de 55% par rapport à la productivité solaire annuelle. *(Il peut aller jusqu'à 70% pour de l'eau chaude sanitaire en habitat collectif).*

Au-delà de ce taux, l'investissement ne sera jamais rentabilisé.

Le retour sur investissement selon l'utilisation et l'énergie primaire substitué, sans subventions financières est au minimum de 20 ans.

La durée de vie d'un panneau solaire thermique est au maximum de 20 ans pour du matériel de bonne facture.



EAU CHAUDE SOLAIRE | Défauts de conception/ installation

Défauts couramment rencontrés:

- **Sous-dimensionnement des échangeurs solaires qui doivent transmettre l'énergie stockée tout au long de la journée à la distribution en quelques heures.**
- Sur-dimensionnement des pompes solaires:
Induit un échange trop rapide et donc un manque d'efficacité
- Complexité des installations
- Raccordement capteurs en batteries
- Equilibrage hydraulique du circuit capteurs
- Nature des canalisations et calorifuge du circuit capteur
- Sous-dimensionnement échangeur
- Situation des sondes de régulation

Remaniement de l'installation	
INVESTISSEMENT	
Préconisations	Coût des travaux
Remaniement des tuyauteries	888 000.00 MUR
Redimensionnement des pompes	555 000.00 MUR
Ballon échangeur inox	1 110 000.00 MUR
Régulation	185 000.00 MUR
Etudes	555 000.00 MUR
TOTAL H.T.	3 293 000.00 MUR
ECONOMIE ANNUELLE REALISEE	
Economie (kWh/an)	55958 kWh/an
Economie (Mur/an)	343 582 MUR
TRI	
Temps de retour sur investissement (an)	9.6

Par exemple:

Dans le cas où l'énergie effectivement produite par l'installation solaire n'est pas transféré au réseau de distribution:

APPOINT | Systèmes - énergies

Différents systèmes rencontrés sur les hôtels:

- Pompe à chaleur



- Chaudière Gaz



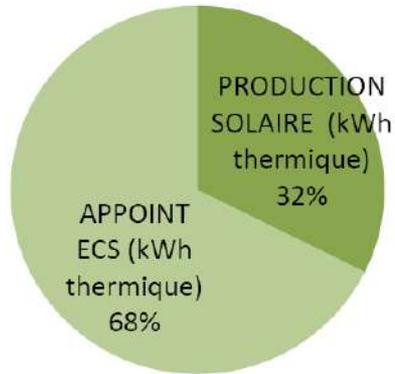
- Chaudière diesel



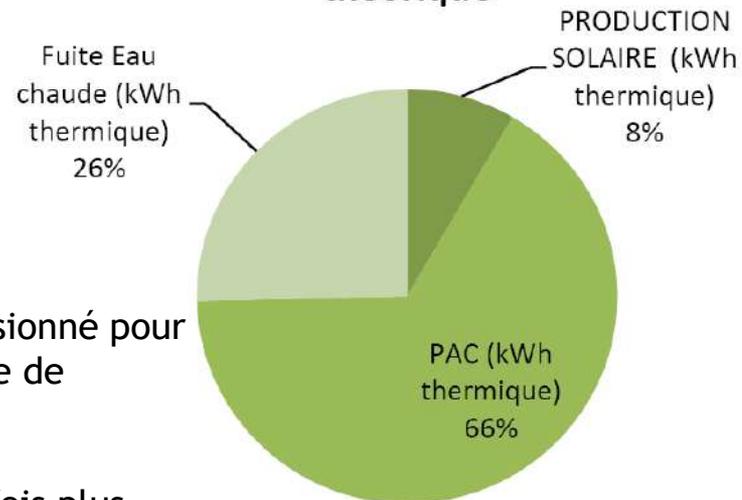
Système	kWh thermique	Rendement / COP	kWh Energie	Energie	Tarif (Rs/kWh)	Coût (Rs/kWh)	Tarif usuel	Pouvoir calorifique
PAC	1 000	1.6	625	ELECTRICITE	6.14	3 838	6.14Rs/kWh	
PAC	1 000	2.3	435	ELECTRICITE	6.14	2 670	6.14Rs/kWh	
Chaudière Diesel	1 000	0.85	1 176	DIESEL	3.04	3 571	34Rs/l	PCI: 11.2 kWh/litre
Chaudière Gaz	1 000	0.85	1 176	GAZ	2.41	2 834	33Rs/kg	PCI: 13.7 kWh/kg

BILAN ENERGETIQUE | Comparatif

Bilan théorique sur la production d'eau chaude



Répartition des consommations énergétiques théorique



Comparatif:

- Le système solaire est théoriquement dimensionné pour couvrir 32% des besoins annuellement. Le reste de l'énergie étant produite par l'appoint.

- En réalité, nous constatons:

La consommation d'énergie liée à l'ECS est 2 fois plus importante que prévue

- consommation par occupant plus élevée que ratios
- une part d'énergie supplémentaire liée à la fuite d'eau chaude, produite par l'appoint (26%).
- La production solaire est bridée à 8% de taux de couverture → le transfert d'énergie à la distribution ne s'effectue du fait du sous-dimensionnement de l'échangeur

ECS HOTELS | Temps de retour sur investissement

• Recherche des fuites	1 700 000 MRU	TRI 1.6 ANS
Par exemple, pour une fuite importante de 2.5 m ³ /h représentant 43 m ³ /jour - cas rencontré sur 3 hôtels -		
• Arrêt pompe solaires la nuit	18 500 MRU	TRI 0,3 AN
• Robinetterie hygro-économe	81 600 MRU	TRI 0,3 AN
• Désurchauffeur sur chillers	1 258 000 MRU	TRI 1,5 ANS
• Remaniement installation	3 293 000 MRU	TRI 1,5 ANS
• Remplacement de calorifuge	412 088 MRU	TRI 15 ANS
• Rajout de thermosiphons	4 290 000 MRU	TRI 2 ANS

ECS INDUSTRIE | Temps de retour sur investissement

- Récupération sur air comprimé 366 430 MRU TRI 3.2 ANS
- Récupération purges 240 000 MRU TRI 1,3 AN
- Production d'eau chaude solaire 282 900 MRU TRI >20 ANS
- Récupération Production EG 203 430 MRU TRI 9,8 ANS
- Bâche Récupération condensats 1 559 527 MRU TRI 0,8 ANS
- Vérification turbulateurs Maintenance

Synthèse des résultats

Synthèse des résultats du groupe d'audits Eau Chaude Solaire (6 sites)

Total facture énergie dans le périmètre de l'audit (production d'eau chaude)	kRs/an	20 321
Total facture énergie du site	kRs/an	197 819
Part de la facture énergie du site couverte par l'audit	%	10,3%
Recommandations TRB < 7 ans		
Gains sur facture énergie	kRs/an	10 996
Autres gains (économie d'eau)	kRs/an	1 310
Total gains	kRs/an	12 306
gains en % de la facture énergie dans le périmètre de l'audit	%	61%
Investissement	kRs	24 837
TRB moyen	ans	2,0
GES évités	t CO2/an	1 705



PNEE | Eau Chaude
Solaire

Programme National
d'Efficacité Energétique



MERCI

PARTENAIRES DE BUSINESS MAURITIUS



L'efficacité énergétique en entreprise est un pilier de la
dynamique de transition énergétique portée par Business Mauritius

now
lenerzi

Now lenerzi
Mauritius achieving energy transition

B BUSINESS
MAURITIUS
Building our Future