

**OBSERVATOIRE DE L'ÉNERGIE ET DU CLIMAT GUADELOUPE**  
**ANALYSE ÉNERGETIQUE DU SECTEUR DE L'INDUSTRIE EN GUADELOUPE**

**RECUEIL DE FICHES-CONSEIL**  
**EFFICACITÉ ÉNERGETIQUE À DESTINATION DES INDUSTRIELS**

**DECEMBRE 2018**



Crédit photos : EQUINOXE / DAC Antilles

**Sommaire**

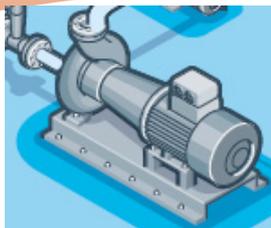
<b>1</b>	<b>Motorisation performante</b>
<b>2</b>	<b>Variation de vitesse</b>
<b>3</b>	<b>Air comprimé</b>
<b>4</b>	<b>Froid industriel</b>
<b>5-6</b>	<b>Chaleur et cogénération</b>
<b>7</b>	<b>Climatisation performante</b>
<b>8</b>	<b>Eclairage performant</b>
<b>9</b>	<b>Autoproduction solaire (thermique et photovoltaïque)</b>
<b>10</b>	<b>Pilotage du poste énergie</b>

**Le présent document constitue un rendu annexe de l'étude  
ANALYSE ENERGETIQUE DU SECTEUR DE L'INDUSTRIE EN GUADELOUPE,  
réalisée par les BET EQUINOXE et DAC ANTILLES (déc. 2018)**



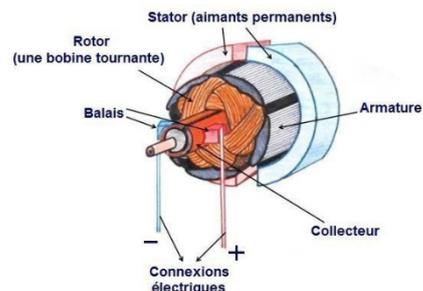
**EQUINOXE**





### Descriptif technique

Un moteur électrique est constitué d'un stator fixe et d'une bobine tournante, le rotor. L'alimentation électrique du rotor induit un champ magnétique tournant qui entraîne avec lui une machine, rattachée à l'axe du moteur.



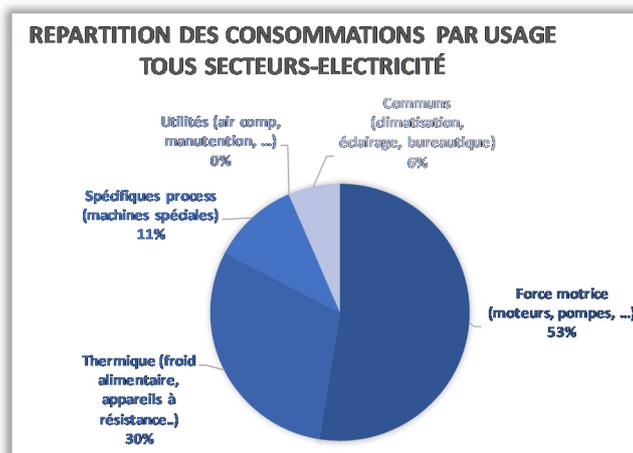
### Etat des lieux et constats

La force motrice est présente dans tous les process industriels. En Guadeloupe, elle représente **près de 53 % des usages électriques industriels, soit environ 53 GWh en 2017** (à l'échelle européenne, la part estimée est de 65% des usages).

Les moteurs électriques sont utilisés dans l'industrie sur les familles d'équipements suivants :

Familles d'équipements	Fonction
Unités spécifiques, broyeurs, usinage	Entrainement mécanique
Compresseurs	Air comprimé
Pompes	Transfert de fluides liquides
Mélangeurs, malaxeurs	Mélange de fluides liquides
Convoyeurs, élévateurs	Manutention
Ventilateurs	Extraction d'air, aspiration, soufflage

L'efficacité énergétique d'un moteur est caractérisée par sa classe énergétique et son rendement nominal. Ces informations sont indiquées sur la plaque signalétique du moteur.



Le parc de moteurs dans l'industrie en Guadeloupe est antérieur à la directive européenne portant sur la commercialisation des moteurs performants et majoritairement représenté par la classe de rendement la moins vertueuse.

Les moteurs électriques sont classés selon leur indice d'efficacité par la Directive européenne IEC 60034-40 de 2010, introduite par la Commission Electrotechnique Internationale (CEI). Elle concerne les moteurs triphasés (50 et 60 Hz), alimentés en régime Basse Tension, de puissance nominale comprise entre 0.75 et 375 kW.

- IE1 = rendement standard (commercialisation interdite depuis 2011)
  - **IE2 = haut rendement (classe minimale si couplé à variateur de vitesse)** - Comparable à la classe EFF1
  - **IE3 = rendement « premium » (classe minimale sans variateur de vitesse)** - Comparable à la classe EFF2
  - **IE4 = rendement « super premium »**
- IE (International Efficiency)*

### Gisements d'efficacité énergétique

D'importantes économies peuvent être réalisées par la modernisation du parc existant par des moteurs de nouvelle génération dits « à haut rendement » ou « à haute efficacité ».

Les principales actions d'optimisation à mener sont en lien direct avec la modernisation des outils de production :

**Action 1 : renouvellement ou remplacement d'anciens moteurs non classés par des moteurs classés IE2 (si couplage à de la variation de vitesse) ou IE3 (entraînement direct).**

Hypothèses de gains sur rendement estimé	Non classé (av. 2010) remplacé par IE2	Non classé (av. 2010) remplacé par IE3
Moteurs asynchrones	1 < puissance < 10 kW	15-20 %
	10 < puissance < 50 kW	10-15 %
	50 < puissance < 200 kW	12 %

Action 2 : couplage des moteurs avec de la variation de vitesse (cf. fiche conseil n°2 « Variation de vitesse »).

### Descriptif de l'action

La première étape consiste à effectuer un recensement détaillé du parc moteurs installé (y compris les motopompes et ventilateurs), par chaîne de production. Etablir un tableur contenant les données essentielles à une gestion optimisée : marque, puissance, nombre, fonction, mono / triphasé, mois / année de mise en service, historique de maintenance (rebobinage), classe énergétique, nb heures annuelles de fonctionnement, % de charge, type de fonctionnement.



### Quand effectuer un remplacement ?

Le remplacement d'un moteur doit être programmé et anticipé, afin de ne pas perturber la production, lorsque plusieurs des conditions suivantes sont réunies :

Critère	Indicateur
1. Vétusté	Ancienneté supérieure à 15 ans en atmosphère standard, 10 ans en conditions sévères (poussièreuse, chaleur, ...)
2. Charge	Fonctionnement à pleine charge continue
3. Puissance	Nominale supérieure à 10 kW
4. Maintenance	Plusieurs interventions déjà effectuées (roulements, rebobinage)
5. Etat	Mauvais état avéré (corrosion de la carcasse), vibrations, sifflement des roulements
6. Surcharge	Sous-dimensionnement avéré (fréquents déclenchements de la protection thermique par surcharge du moteur, déclenchements au démarrage)
7. Panne	Coût de réparation non rentable
8. Modernisation	Lors de l'acquisition d'une nouvelle machine, ligne de fabrication ou ensemble

### Aides attribuées

L'action est éligible à 3 types d'aides à l'investissement :

Aide	Descriptif	A qui s'adresser ?									
<b>Aide fiscale</b>	Aide fiscale à l'investissement productif, selon les conditions énoncées dans la Loi de finances en vigueur	Expert comptable									
<b>Primes EDF</b>	<p>Les obligés (entreprises distributeurs d'énergie), notamment EDF, valorisent des Certificats d'Economies d'Energie (CEE), qui permettent d'aider les investissements, respectant les critères de fiches standardisées :</p> <table border="1"> <tr> <td rowspan="5">Motorisation performante</td> <td rowspan="4">Modernisation / remplacement par moteurs IE2, IE3 et IE4</td> <td>IND-UT-112 : Moteur haut rendement de classe IE2</td> </tr> <tr> <td>IND-UT-114 : Moto variateur synchrone à aimants permanents</td> </tr> <tr> <td>IND-UT-123 : Moteur premium de classe IE3</td> </tr> <tr> <td>IND-UT-127 : Système de transmission performant</td> </tr> <tr> <td>IND-UT-132 : Moteur asynchrone de classe IE4</td> </tr> <tr> <td>Variation de vitesse</td> <td>IND-UT-102 : Système de variation électronique de vitesse sur un moteur</td> </tr> </table>	Motorisation performante	Modernisation / remplacement par moteurs IE2, IE3 et IE4	IND-UT-112 : Moteur haut rendement de classe IE2	IND-UT-114 : Moto variateur synchrone à aimants permanents	IND-UT-123 : Moteur premium de classe IE3	IND-UT-127 : Système de transmission performant	IND-UT-132 : Moteur asynchrone de classe IE4	Variation de vitesse	IND-UT-102 : Système de variation électronique de vitesse sur un moteur	EDF, cellule Efficacité énergétique
Motorisation performante	Modernisation / remplacement par moteurs IE2, IE3 et IE4			IND-UT-112 : Moteur haut rendement de classe IE2							
				IND-UT-114 : Moto variateur synchrone à aimants permanents							
				IND-UT-123 : Moteur premium de classe IE3							
			IND-UT-127 : Système de transmission performant								
	IND-UT-132 : Moteur asynchrone de classe IE4										
Variation de vitesse	IND-UT-102 : Système de variation électronique de vitesse sur un moteur										
<b>Subventions</b>	Dans le cadre d'un plan de modernisation, la collectivité (Etat, DIECCTE, ADEME, REGION) peuvent aider directement les industriels et soutenir une demande de financement européenne de type FEDER (axe énergie).	DIECCTE, CCI									

### Gains et rentabilité

Les temps de retour sur investissement directement liés aux économies d'énergie varient de 3 à 5 années, hors aides directes, selon les configurations et puissances mises en jeu.

Les gains en fiabilité de l'outil de production complètent l'intérêt de mettre en place ces actions de motorisation performante.

### Descriptif technique

Un variateur électronique de vitesse est un convertisseur de puissance, associé à un moteur électrique, qui permet d'en faire varier le régime de fonctionnement.

Deux types de technologies sont utilisées :

Moteurs à courant continu	<b>Variateur de tension</b> : vitesse proportionnelle à la <b>tension</b>
Moteurs asynchrones	<b>Variateur de fréquence</b> : vitesse proportionnelle à la <b>fréquence</b>

Dans l'industrie, les applications les plus pertinentes pour la variation de vitesse sont notamment les suivantes :

#### Variation de ...

Pompage, ventilation	Débits
Utilités (air comprimé ...)	
Contrôle de mouvement (chaîne d'entraînement, enroulage) et manutention	Vitesse d'avancement
Mélangeurs, malaxeurs	Cadences ...
Machines spécifiques	



### Etat des lieux et constats

Technologie relativement nouvelle, la variation de vitesse représente un potentiel très important d'optimisation de l'outil de production en Guadeloupe. En effet, le taux d'équipement des unités de production des Antilles reste encore marginal, malgré les nombreux avantages apportés par cette technologie.

### Gisements d'efficacité énergétique

#### Action : couplage des moteurs électriques avec de la variation de vitesse.

L'association des variateurs électroniques aux moteurs asynchrones permet de multiples avantages, notamment :

- ⇒ **Introduire d'avantage de flexibilité** dans les processus de fabrication par modulation des vitesses d'entraînement, de rotation, d'avancement ou de débit, notamment pour les usages de manutention – convoyage, pompage, mélangeurs, ventilation, ....
- ⇒ **Améliorer le démarrage** des moteurs en limitant les appels de puissance (courants de démarrage) et en réduisant les risques de défaillances électriques et donc la fiabilité et la durée de vie des équipements.
- ⇒ **Générer des économies d'énergie**, par modulation des puissances nécessaires et diminution des pertes mécaniques présentes dans les variateurs mécaniques (poules et courroies, engrenages).
- ⇒ **Réduire la consommation d'énergie réactive**, impactant les industriels et récurrente sur les machines tournantes.
- ⇒ **Allonger la durée de vie** des constituants mécaniques des systèmes (moins d'à-coups).
- ⇒ **Limiter** le bruit et les vibrations.

Considérant que la puissance demandée suit une loi cubique de la vitesse de rotation d'un moteur asynchrone, les gains énergétiques liés à une réduction de vitesse sont amplifiés. Ce point remarquable permet d'observer ainsi que des réductions acceptables de vitesse engendrent des économies d'énergie qui peuvent être considérables :

<b>Réduction de vitesse</b>	<b>10 %</b>	<b>20 %</b>	<b>30 %</b>
Gain énergétique correspondant	27 %	49 %	66 %

**Les économies liées au couplage d'un moteur asynchrone neuf, avec de la variation de vitesse électronique, sont estimées en moyenne entre 20 % et 30%, dans le process industriel.**

### Aides attribuées

L'action est éligible à 3 types d'aides à l'investissement :

Aide	Descriptif	A qui s'adresser ?							
<b>Aide fiscale</b>	Aide fiscale à l'investissement productif, selon les conditions énoncées dans la Loi de finances en vigueur	Expert comptable							
<b>Primes EDF</b>	Les obligés (entreprises distributeurs d'énergie), notamment EDF, valorisent des Certificats d'Economies d'Energie (CEE), qui permettent d'aider les investissements, respectant les critères de fiches standardisées :	EDF, cellule Efficacité énergétique							
	<table border="1"> <tr> <td rowspan="4">Motorisation performante</td> <td rowspan="4">Modernisation / remplacement par moteurs IE2, IE3 et IE4</td> <td>IND-UT-112 : Moteur haut rendement de classe IE2</td> </tr> <tr> <td>IND-UT-114 : Moto variateur synchrone à aimants permanents</td> </tr> <tr> <td>IND-UT-123 : Moteur premium de classe IE3</td> </tr> <tr> <td>IND-UT-127 : Système de transmission performant</td> </tr> </table>		Motorisation performante	Modernisation / remplacement par moteurs IE2, IE3 et IE4	IND-UT-112 : Moteur haut rendement de classe IE2	IND-UT-114 : Moto variateur synchrone à aimants permanents	IND-UT-123 : Moteur premium de classe IE3	IND-UT-127 : Système de transmission performant	IND-UT-132 : Moteur asynchrone de classe IE4
					Motorisation performante	Modernisation / remplacement par moteurs IE2, IE3 et IE4	IND-UT-112 : Moteur haut rendement de classe IE2		
							IND-UT-114 : Moto variateur synchrone à aimants permanents		
							IND-UT-123 : Moteur premium de classe IE3		
IND-UT-127 : Système de transmission performant									
Variation de vitesse	IND-UT-102 : Système de variation électronique de vitesse sur u								
<b>Subventions</b>	Dans le cadre d'un plan de modernisation, la collectivité (Etat, DIECCTE, ADEME, REGION) peuvent aider directement les industriels et soutenir une demande de financement européenne de type FEDER (axe énergie).	DIECCTE, CCI							

### Gains et rentabilité

Les temps de retour sur investissement directement liés aux économies d'énergie sont en général inférieurs à 3 années.

Les gains en fiabilité de l'outil de production compètent l'intérêt de mettre en place ces actions d'intégration des variateurs de vitesse.

### Descriptif technique

L'air comprimé est une utilité omniprésente en industrie.

Il est nécessaire au fonctionnement de nombreuses machines spéciales et outils pneumatiques.

En milieu industriel, une installation de production d'air comprimé constitue un outil de stockage de l'énergie ; il se compose d'une série d'organes indispensables :

- un compresseur [1] qui comprime le fluide,
- le réservoir de stockage d'air comprimé [2],
- un sécheur permettant d'extraire l'humidité de l'air [3],
- un purgeur automatique de condensats [4],
- un réseau de distribution [5].

Les compresseurs industriels sont dotés de moteurs électriques relativement puissants (couramment 10 à 30 kW), comptabilisés parmi les usages moteurs.



### Gisements d'efficacité énergétique

Des optimisations sont possibles au niveau de chaque organe :

	Organe	Critères de performances	Règles de base d'optimisation énergétique
1	Compresseur	Performance des moteurs	Technologies à piston (petites capacités) ou rotatif (industriel) à privilégier. Sélectionner une motorisation performante récente de classe minimum IE2-IE3. <b>Remplacer systématiquement les compresseurs de plus de 15 ans. Alimentation par variation de vitesse : faisabilité à valider selon les cas.</b>
2	Réservoir de stockage	Dimensionnement et position	A surdimensionner pour limiter les consommations en période de pointe, voire assurer un effacement des heures de pointe Peut être scindé en 2 cuves, l'une en amont et l'autre en aval du sécheur
3	Sécheur par réfrigération	Maitrise de l'installation séchage / purge	Ces organes sont indispensables en climat tropical quelle que soit la taille de l'installation : en l'absence de sécheur et de purgeur, l'eau de condensation remplit les réservoirs. La position du sécheur (amont ou aval du réservoir) est fonction des débits d'utilisation. Conditions spécifiques du climat tropical, l'installation sécheur / purgeur automatique constituent des organes indispensables, et sensibles à surveiller
4	Purgeur automatique		
5	Réseau de distribution	Absence de fuites, conception optimisée	Minimiser les longueurs, vérifier l'absence de fuites ; les éliminer au niveau des organes de couplage (raccords rapides) et outils.

Sur les grosses installations composées de plusieurs compresseurs, un pilotage spécifique est nécessaire afin d'optimiser les consommations d'énergie, et également réaliser des gains par gestion tarifaire en limitant la production en période de pointe (modifications des tranches horaires dans les nouveaux tarifs TE).

Ainsi, le couplage des compresseurs peut se faire en intégrant un variateur de vitesse sur le dernier compresseur pour optimiser la régulation. Exemple avec 4 compresseurs : n°1-2 et 3 : pleine charge ; compresseur n°4 : vitesse variable.

**Le remplacement des unités industrielles de plus de 10 ans représente un potentiel estimé de 10 % de gains énergétiques.**

### Aides attribuées

L'action est éligible à 3 types d'aides à l'investissement :

Aide	Descriptif	A qui s'adresser ?
<b>Aide fiscale</b>	Aide fiscale à l'investissement productif, selon les conditions énoncées dans la Loi de finances en vigueur	Expert comptable
<b>Primes EDF</b>	<p>Les obligés (entreprises distributeurs d'énergie), notamment EDF, valorisent des Certificats d'Economies d'Energie (CEE), qui permettent d'aider les investissements, respectant les critères de fiches standardisées :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Fiche IND-UT-120 « Compresseur d'air basse pression à vis ou centrifuge »</b> : Mise en place d'un compresseur d'air à vis ou d'un compresseur d'air centrifuge de puissance électrique nominale inférieure à 400 kW pour des applications nécessitant de l'air à basse pression</li> <li>• <b>Fiche IND-UT-124</b> : Séquenceur électronique pour le pilotage d'une centrale de production d'air comprimé</li> <li>• <b>Fiche IND-UT-122</b> : Sécheur d'air comprimé à adsorption utilisant un apport calorifique pour sa régénération</li> </ul>	EDF, cellule Efficacité énergétique
<b>Subventions</b>	Dans le cadre d'un plan de modernisation, la collectivité (Etat, DIECCTE, ADEME, REGION) peuvent aider directement les industriels et soutenir une demande de financement européenne de type FEDER (axe énergie).	DIECCTE, CCI



### 1. Descriptif technique

Le froid industriel correspond à la mise en œuvre de machines thermiques permettant de diminuer (ou maintenir) les températures de produits en dessous de la température ambiante.

Il peut s'agir de froid positif (au-dessus de 0°C) ou négatif (en dessous de 0°C).

En Guadeloupe, les applications principales sont les process agro-alimentaires et les chambres froides.



### 2. Gisements d'efficacité énergétique

Les gisements principaux d'économies d'énergie se situent au niveau de l'isolation des chambres froides et de l'efficacité des cycles frigorifiques.

	Organe	Critères de performances	Règles de base d'optimisation énergétique
1	<b>Production Frigorifique</b>	Efficacité Énergétique	Les valeurs des efficacités dépendent grandement des niveaux de température. Il convient de rechercher, dans la gamme de température visée, la meilleure performance. Celle-ci est principalement liée à la technologie des compresseurs et du fluide frigorigène employé.
2	<b>Chambres froides</b>	Épaisseur de l'isolation et étanchéité à l'air	Les parois des chambres froides positives doivent avoir une épaisseur minimale de 100 mm. Celles des chambres froides négatives : 160 mm. Pour les chambres froides négatives, le sol doit également être isolé ou sur vide sanitaire Une grande attention doit être apportée aux portes des chambres froides en limitant les fuites thermiques et les apports d'humidité de l'extérieur qui pénalisent le rendement énergétique ET la durée de vie des équipements.

**Le remplacement des unités industrielles de plus de 10 ans représente un potentiel estimé de 15 % de gains énergétiques sur les consommations des groupes de production de froid industriel.**

### 3. Action(s) préconisée(s)

- **Remplacer ou reconditionner les anciennes unités de production** par des unités récentes fonctionnant avec un fluide impactant moins le réchauffement climatique (par exemple le R-1234ze ou le CO2 de GWP = 1 à la place du R-134a).
- **Utiliser des condenseurs à eau** pour récupérer l'énergie pour le process (chauffage de produits) ou assurer la fonction anti-gel sous les chambres froides négatives.
- **Remplacer les portes fuyardes** des chambres froides existantes.
- **Augmenter les épaisseurs d'isolants** des chambres froides neuves.
- **Protéger les parois** des chambres froides par un bardage extérieur complémentaire.
- **Assurer une maintenance préventive exemplaire** de l'ensemble des équipements (groupes de production, condenseurs, évaporateurs, portes, accessoires, cordons de chauffage, ...).

**4. Aides possibles**

Ces actions sont éligibles à 3 types d'aides à l'investissement :

Aide	Descriptif	A qui s'adresser ?
<b>Aide fiscale</b>	Aide fiscale à l'investissement productif, selon les conditions énoncées dans la Loi de finances en vigueur	Expert comptable
<b>Primes EDF</b>	Les obligés (entreprises distributeurs d'énergie), notamment EDF, valorisent des Certificats d'Economies d'Energie (CEE), qui permettent d'aider les investissements, respectant les critères de fiches standardisées :  <b>Fiches IND-UT-113</b> : Système de condensation frigorifique à haute efficacité <b>Fiches IND-UT-115</b> : Système de régulation sur un groupe de production de froid permettant d'avoir une basse pression flottante <b>Fiches IND-UT-116</b> : Système de régulation sur un groupe de production de froid permettant d'avoir une haute pression flottante <b>Fiches IND-UT-117</b> : Système de récupération de chaleur sur un groupe de production de froid <b>Fiches IND-UT-120</b> : Compresseur d'air basse pression à vis ou centrifuge	EDF, cellule Efficacité énergétique
<b>Subventions</b>	Dans le cadre d'un plan de modernisation, la collectivité (Etat, DIECCTE, ADEME, REGION) peuvent aider directement les industriels et soutenir une demande de financement européenne de type FEDER (axe énergie).	DIECCTE, CCI

**Gains et rentabilité**

Les temps de retour sur investissement directement liés aux économies d'énergie sont variables selon la vétusté des équipements remplacés ou reconditionnés.

Les gains en fiabilité de l'outil de production complètent l'intérêt de mettre en place ces actions d'efficacité énergétique, **notamment sur les impératifs de respect de la chaîne du froid.**



### Descriptif technique

**Les chaudières** sont utilisées dans l'industrie pour produire de l'eau chaude (80 °C) ou de la vapeur, utilisée généralement dans l'agro-alimentaire dans des procédés de pasteurisation (jus de fruits, desserts lactés, ...). Elles utilisent, pour la plupart, soit du fuel (FOD) ou gazole détaxé (Gazole non routier : GNR), soit du gaz GPL, généralement stocké en citerne pour les applications industrielles.

Selon les procédés, l'intégralité de l'énergie produite (chaleur, vapeur), n'est pas utilisée par l'unité ou la chaîne de production. Pour éviter ou limiter les rejets perdus, il convient de mettre en place des systèmes de **cogénération adaptés**, utilisant des échangeurs thermiques.



### Gisements d'efficacité énergétique

- Pour les chaudières, le rendement de la combustion est fonction des paramètres tels que la régulation du brûleur, la quantité de carburant injecté et son mode de propulsion (gaz, fuel), la quantité d'air injecté (comburant), ou encore le mode d'évacuation des fumées. Le dimensionnement de la chaudière joue également un rôle important. Les rendements moyens observés sur cette application sont de l'ordre de 85 %. Le réglage de la chaudière permet non seulement de bénéficier d'une installation sûre du système de chauffage mais également :
  - de consommer moins d'énergie,
  - de réduire le taux de monoxyde de carbone,
  - d'augmenter la durée de vie de la chaudière.

Le rendement peut être amélioré de 2 à 5 % par un réglage approprié.

- Pour la cogénération, la part d'énergie récupérée dépend des procédés et de multiples paramètres de faisabilité, notamment la concomitance des besoins évitant de stocker l'énergie. Les types de cogénération fréquents sont la récupération d'énergie sur :
  - les fluides : conduites d'eau ou de vapeur,
  - les fumées chaudes des chaudières,
  - la chaleur évacuée au niveau des groupes frigorifiques (condenseur), ainsi que les compresseurs d'air

Organe	Critères de performances	Règles de base d'optimisation énergétique
Brûleur	Rendement de combustion	Il convient de faire appel à un spécialiste du réglage des chaudières et de réaliser une intervention à fréquence régulière selon l'utilisation de l'équipement.
Chaudière	Consommations spécifiques	L'industriel devra établir et suivre l'indicateur de ses consommations de carburant (GNR, GPL) rapporté à la production de chaleur mesurée. Cela implique la mise en œuvre de capteurs appropriés (températures, pression, débits, ...) et leur traitement en production. L'objectif est d'identifier les écarts en temps réel des consommations d'énergie spécifiques par rapports à des ratios de référence : exemple : X litres de fuel / kg vapeur.
Echangeur	Part de cogénération	La cogénération est possible dans de nombreux cas et déjà exploitée dans de multiples unités de production aux Antilles, de toute taille (centrale électrique biomasse, distilleries, industrie agro-alimentaire, ...). Elle doit faire l'objet d'études de faisabilité spécifiques et d'une mise en œuvre faisant appel à des spécialistes des procédés industriels.

**Le remplacement des chaudières industrielles de plus de 20 ans représente un potentiel estimé de 5 à 8 % de gains énergétiques sur cet usage.**

### Actions préconisées

Les actions découlent des règles d'optimisation énoncées précédemment :

#### CHAUDIÈRES :

- **Evaluer le dimensionnement** de(s) chaudière(s) installée(s) par rapport aux besoins du process,
- **Effectuer un entretien préventif** incluant le **réglage des brûleurs** par un professionnel qualifié,
- **Instrumenter et mesurer les consommations** de carburant par des indicateurs spécifiques : carburant / énergie utile (exple Litres fuel / kg vapeur),
- **Remplacer ou reconditionner une chaudière** de plus de 20 ans, un brûleur de plus de 10 ans,
- **Installer un brûleur micro-modulant** pour une régulation de la teneur en oxygène des fumées.



#### COGENERATION :

- **Evaluer la faisabilité d'une cogénération** par une étude spécifique (interne ou réalisée par un expert)
- **En présence d'une unité de production de froid** de type eau glacée ou froid industriel, étudier systématiquement la possibilité de récupération d'énergie

### Aides attribuées

L'action est éligible à 3 types d'aides à l'investissement :

Aide	Descriptif	A qui s'adresser ?
<b>Aide fiscale</b>	Aide fiscale à l'investissement productif, selon les conditions énoncées dans la Loi de finances en vigueur	Expert comptable
<b>Primes EDF</b>	Les obligés (entreprises distributeurs d'énergie), notamment EDF, valorisent des Certificats d'Economies d'Energie (CEE), qui permettent d'aider les investissements, respectant les critères de fiches standardisées : <ul style="list-style-type: none"> <li>• IND-BA-112 : Système de récupération de chaleur sur une tour aéroréfrigérante</li> <li>• IND-UT-103 : Système de récupération de chaleur sur un compresseur d'air</li> <li>• IND-UT-104 : Économiseur sur les effluents gazeux d'une chaudière de production de vapeur</li> <li>• IND-UT-105 : Brûleur micromodulant sur chaudière industrielle</li> <li>• IND-UT-117 : Système de récupération de chaleur sur un groupe de production de froid</li> <li>• IND-UT-118 : Brûleur avec dispositif de récupération de chaleur sur un four industriel</li> <li>• IND-UT-125 : Traitement d'eau performant sur chaudière de production de vapeur</li> <li>• IND-UT-130 : Condenseur sur les effluents gazeux d'une chaudière de production de vapeur</li> </ul>	EDF, cellule Efficacité énergétique
<b>Subventions</b>	Dans le cadre d'un plan de modernisation, la collectivité (Etat, DIECCTE, ADEME, REGION) peuvent aider directement les industriels et soutenir une demande de financement européenne de type FEDER (axe énergie).	DIECCTE, CCI

### Gains et rentabilité

Les temps de retour sur investissement directement liés aux économies d'énergie sont variables selon les procédés.

Les gains en fiabilité de l'outil de production complètent l'intérêt de mettre en place ces actions d'efficacité énergétique, notamment **le fonctionnement en sécurité des équipements utilisant du gaz.**

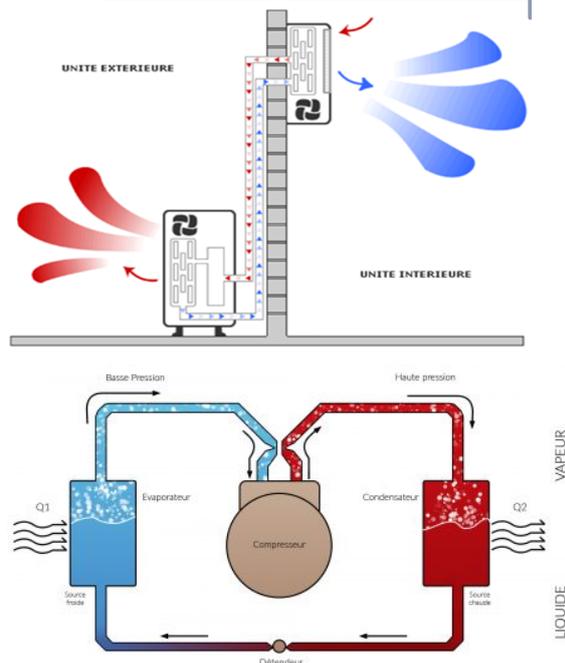
### Descriptif technique

Un système de climatisation est une **machine frigorifique permettant de récupérer la chaleur d'un local** (au niveau d'une unité intérieure : évaporateur) **pour l'évacuer à l'extérieur** (au niveau d'une unité extérieure : compresseur + condenseur), **via un fluide caloporteur** dit fluide frigorigène.

Un climatiseur fonctionne selon un cycle thermodynamique ; le changement de phase du fluide frigorigène lors du cycle (compression, condensation, détente, évaporation) permet d'évacuer des calories. C'est le compresseur qui absorbe le plus d'énergie.

L'efficacité de l'équipement est définie par son rendement énergétique dénommé EER (Energy Efficiency Ratio). Il correspond au rapport entre le besoin frigorifique et le besoin électrique nécessaire pour transférer cette énergie.

On distingue les systèmes **individualisés** (une unité extérieure qui distribue l'énergie frigorifique à une unité intérieure) des systèmes **centralisés** (une unité extérieure qui distribue l'énergie frigorifique à plusieurs unités intérieures).



### Etat des lieux et constats

La climatisation dans l'industrie est utilisée essentiellement pour les **locaux administratifs** des unités de production. Pour une très grande majorité du parc, il s'agit d'unités individuelles dont les performances sont estimées moyennes.

En 2011, la Réglementation Thermique Guadeloupe a interdit l'importation des systèmes individuels dont le coefficient de performance EER est inférieur à 3.2 (classe A). L'évolution technologique avec les équipements de dernière génération de type *inverter* a permis des gains des EER de l'ordre de 30 %.

### Actions préconisées

Le dimensionnement des systèmes de climatisation doit être étudié par une optimisation en amont du besoin frigorifique, via des actions de Maîtrise de l'Énergie sur le bâti et les équipements techniques.

- ⇒ Généraliser l'isolation thermique des toitures ( $R_{isolant} \geq 1.50 \text{ m}^2.K/W$ )
- ⇒ Renforcer la protection solaire des murs (brises-soleil, parois double-peau, auvents...),
- ⇒ Assurer la protection solaire des ouvertures, par des brises-soleil, auvents et vitrages performants,
- ⇒ Préserver l'étanchéité à l'air du local afin de limiter les échanges de calories et les apports d'air humides de l'extérieur,
- ⇒ Limiter les apports internes par un éclairage efficace (cf. fiche conseil « Eclairage performant) et des équipements performants.

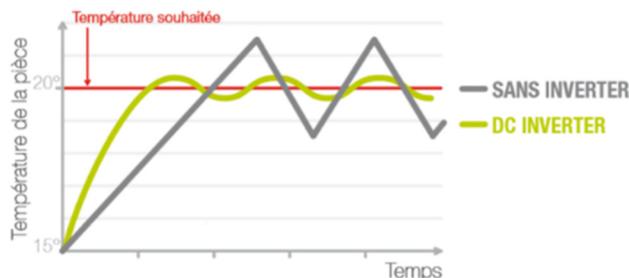
Le choix de l'équipement se fait selon les critères suivants :

- ⇒ **Climatiseur de rendement frigorifique EER  $\geq 3.5$  et classe (ou étiquette) énergétique A+++**, certifiée par l'organisme **EUROVENT**,
- ⇒ **Système de technologie INVERTER** : adaptation de la vitesse de fonctionnement du compresseur avec le besoin frigorifique (gain de 30%),
- ⇒ **Équipement fonctionnant au fluide frigorigène R32** : fluide à faible impact environnemental (3 fois moins que le R410a), 5 à 10% plus performant que le R410a et recyclable.



### Quand effectuer un remplacement ?

- ⇒ Equipement ancien (8 ans ou plus) et / ou de performance obsolète (EER < 3.2, classe A ou non étiqueté).
- ⇒ Technologie non Inverter (arrêt de la climatisation à l'atteinte de la température de consigne et démarrage du climatiseur au-dessus de la température de consigne).
- ⇒ Carcasse du groupe oxydée.
- ⇒ Ailettes de l'unité extérieures abimées.



La mise en œuvre doit être faite dans les règles de l'art, notamment par le choix d'un emplacement judicieux des unités extérieures.

### Les aides attribuées

- ⇒ En Guadeloupe, la mise en œuvre des climatiseurs performants de classe A++ et A+++ est soutenue par EDF (et les partenaires ADEME, Région et DEAL à partir de 2019) dans le cadre de la procédure **Agir +**. **L'obtention des aides est conditionnée par la réalisation des travaux par une entreprise conventionnée Agir +.**
- ⇒ Les aides apportées (valeurs 2018) sont présentées ci-après :

TERTIAIRE - BAT-TH-115

SEER	CLASSE A++		CLASSE A+++	
	6,1 - 8,5		> 8,5	
PRIME	EXISTANT	NEUF	EXISTANT	NEUF
7000 BTU/h	210 €	210 €	270 €	270 €
9000 BTU/h	230 €	230 €	400 €	400 €
12000 BTU/h	340 €	340 €	500 €	500 €
15000 BTU/h	430 €	430 €	610 €	610 €
18000 BTU/h	530 €	530 €	730 €	730 €
21000 BTU/h	630 €	630 €	850 €	850 €
24000 BTU/h	720 €	720 €	960 €	960 €
28000 BTU/h	850 €	850 €	1 120 €	1 120 €

- ⇒ Cas particulier : système centralisé => fiches CEE tertiaire : BAT-TH-122 « **Programmeur d'intermittence pour la climatisation** » - Mise en place sur un système de climatisation centralisé existant, d'un programmeur d'intermittence à heures fixes assurant une programmation journalière et hebdomadaire de la fourniture de froid selon les allures confort, réduit et arrêt.
- ⇒ D'autre part, les actions de maîtrise de l'énergie impactant la climatisation sont accompagnées par le dispositif de Certificats d'Economie d'Énergie (CEE) :

Bâtiment et communs	<a href="#">IND-EN-101 : Isolation des murs (France d'outre-mer)</a>
	<a href="#">IND-EN-102 : Isolation de combles ou de toitures (France d'outre-mer)</a>
	<a href="#">IND-BA-116 : Luminaires à modules LED</a>
	<a href="#">IND-BA-115 : Tubes à LED à éclairage hémisphérique</a>

### Etat des lieux et constats



Le secteur de l'éclairage connaît depuis quelques années une révolution due au saut technologique des LEDs (Light-Emitting Diode, ou diode électroluminescente). Cette technologie permet des gains énergétiques de l'ordre de 40 à 50 % sur les usages courants, à niveau d'éclairage équivalent par rapport aux luminaires fluorescents de type T8 (ancienne génération).

L'éclairage représente environ 4 à 5% des consommations énergétiques des entreprises industrielles. Cette part est relativement faible, néanmoins les luminaires sont majoritairement de technologie fluorescente, à halogénure ou à sodium. Les gisements d'économies sont importants sur cet usage : de l'ordre de 40 à 50 %.



### Action(s) préconisée(s)

#### ⇒ Remplacement des luminaires par des équipements utilisant la technologie LED

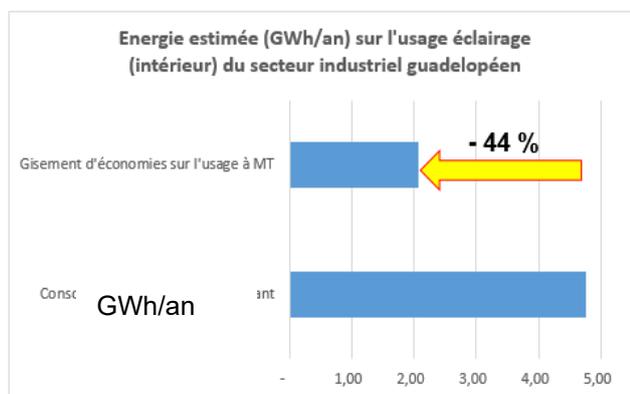
Les avantages essentiels des LEDs :

- Durée de vie importante : couramment de 50 000 h,
- Allumage instantané,
- Puissances électriques appelées et consommations d'énergie réduites
- Action facile à mettre en œuvre

#### ⇒ Optimisation des commandes : détecteurs de présence et de luminosité, asservissement)

#### ⇒ Optimisation de l'éclairage naturel :

- Par la création de puits de lumière naturelle



**Dans les entrepôts de stockage et les ateliers de production fonctionnant en journée, la création de puits de lumière naturelle peut s'avérer intéressante et complémentaire à un éclairage artificiel performant :**

En climat tropical, il convient de veiller à ne pas générer des apports de chaleur dans les bâtiments par des solutions adaptées :

	Type	Préconisations	Solutions – types (entrepôts)
Optimisation de l'éclairage naturel	Mural	Optimiser la protection solaire et le dimensionnement des apports de lumière en fonction des orientations	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Baies en partie haute</li> <li>- Murs rideaux en plaques de polycarbonate alvéolaire + protection solaire adaptée</li> </ul>
	Zénithal	<ul style="list-style-type: none"> <li>Puits de lumière</li> <li>Utiliser les lanterneaux de désenfumage</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Puits à tube</li> <li>- Brises-soleil sur les lanterneaux</li> </ul>



Puits de lumière sur entrepôt (étanchéité PVC)



Puits de lumière zénithal sur patio ventilé (Parc National de Guadeloupe; architectes : ACAPA, Atelier 13)

### Aides attribuées

- ⇒ Certificats d'économie d'énergie (CEE) d'EDF (pour la période 2018-2020) : **fiche IND-BA-115 « Tubes LED à éclairage hémisphérique »** - Mise en place de tubes à LED de diamètre T8 à éclairage hémisphérique, de 0,6 m, 1,2 m ou 1,5 m, avec ou sans dépose du ballast / **IND-BA-116 « Luminaires à modules LED »** - Mise en place d'un luminaire à modules LED avec ou sans dispositif de gestion de l'éclairage / **IND-BA-114 « Conduits de lumière naturelle »** - Mise en place de conduits de lumière naturelle avec pilotage de l'éclairage électrique en fonction des apports de lumière naturelle.

Action	Thématique	Rubrique	Fiche(s) CEE actuelle(s) : période 2018-2020
ECLAIRAGE PERFORMANT	COMMUNS		IND-BA-116 : Luminaires à modules LED
			IND-BA-115 : Tubes à LED à éclairage hémisphérique

### Gains et rentabilité

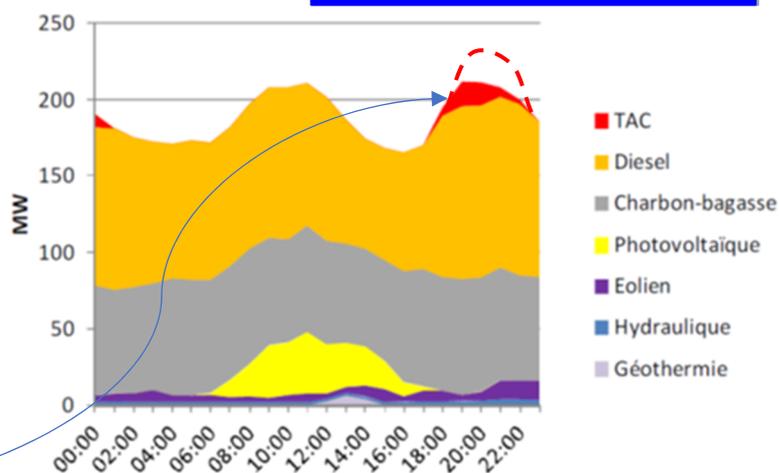
Les temps de retour sur investissement directement liés aux économies d'énergie sur la modernisation de l'éclairage sont généralement inférieurs à 3 ans. D'autres gains s'ajoutent pour faire de cette action **une priorité** :

- gains en confort et généralement en niveau d'éclairage amélioré
- enfin, les économies liées à la maintenance réduite engendrée par l'augmentation des durées de vie.

### Descriptif technique et état des lieux

Le recours aux énergies renouvelables est une nécessité dictée par la transition vers des modes de production d'énergie décarbonés. D'un point de vue économique, le solaire s'impose déjà en zone insulaire tropicale par un coût de l'énergie produite inférieure à celui du réseau. La Guadeloupe dispose de ressources naturelles considérables et leur développement se poursuit dans la décennie 2018-2028 pour viser l'autonomie énergétique.

En Guadeloupe, avec plus de 50 000 installations individuelles en service, **les chauffe-eau solaires** et installations solaires collectives représentent déjà plusieurs dizaines de MW de puissance électrique évitée, notamment à la pointe du soir, limitant l'emploi des turbines à combustion (TAC).



Deux applications sont envisageables dans les unités de production pour les Antilles :

1	Chauffe-eau solaire individuel	Technologie mature, destinée à couvrir les <b>besoins en eau chaude sanitaire</b> assurant le confort des salariés des unités industrielles des Antilles.	
2	Installation de production d'eau chaude industrielle	Une installation solaire permet également le préchauffage de l'eau destinée à un procédé industriel, notamment agroalimentaire, dans des conditions de rentabilité satisfaisantes, limitant les consommations d'énergies fossiles des chaudières. Peut également couvrir les besoins en eau chaude lié aux procédés de nettoyage des unités de production (cuves, sol, ...).	

**Sur le secteur industriel en Guadeloupe, la filière solaire thermique représente un gisement potentiel important, correspondant a minima à une installation par unité de production, couvrant les besoins des vestiaires, dont la taille doit être adaptée aux besoins en eau chaude de l'entreprise.**

## Actions préconisées

- Etudier la faisabilité d'une installation solaire thermique pour les besoins en eau chaude du process
- Remplacer le(s) chauffe-eau électrique(s) des sanitaires par un chauffe-eau solaire

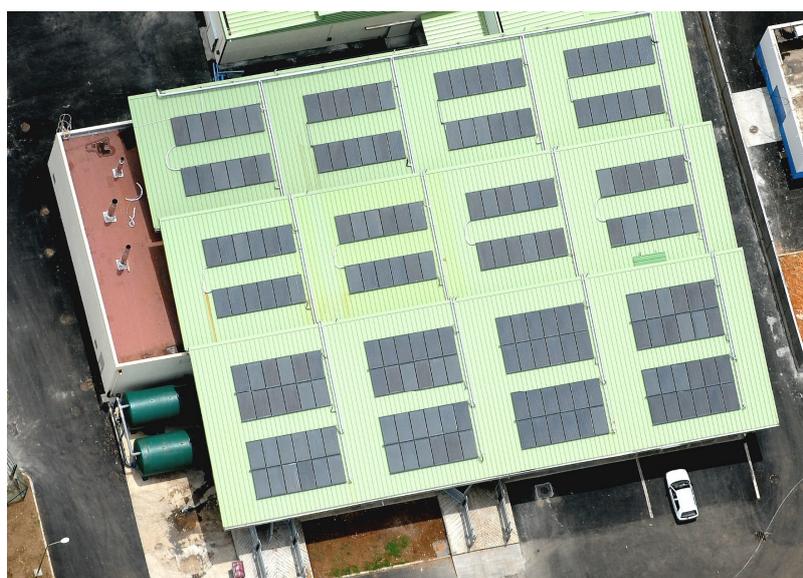
## Aides attribuées

L'action est éligible à 3 types d'aides à l'investissement :

Aide	Descriptif	A qui s'adresser ?
<b>Aide fiscale</b>	Aide fiscale à l'investissement productif, selon les conditions énoncées dans la Loi de finances en vigueur. Seuls les investissements directs dans l'outil de production sont éligibles. <b>Sauf cas particuliers, les investissements en solaire photovoltaïque ne sont plus éligibles aux aides fiscales</b>	Expert comptable
<b>Primes EDF</b>	Les obligés (entreprises distributeurs d'énergie), notamment EDF, valorisent des Certificats d'Economies d'Energie (CEE), qui permettent d'aider les investissements, respectant les critères de fiches standardisées : <b>Les installations solaires thermiques individuelles font l'objet de primes versées aux installateurs.</b> <b>Pour les installations collectives, s'adresser à la cellule efficacité énergétique.</b>	EDF, cellule Efficacité énergétique
<b>Subventions</b>	Dans le cadre d'un plan d'investissements spécifiques, la collectivité (Etat, DIECCTE, ADEME, REGION) peuvent aider directement les industriels et soutenir et instruire une demande de financement européenne de type FEDER (axe énergie).	DIECCTE, CCI

## Gains et rentabilité

Les temps de retour sur investissement directement liés aux économies d'énergie sont estimés entre 3 et 5 ans pour les installations solaires de production d'eau chaude.

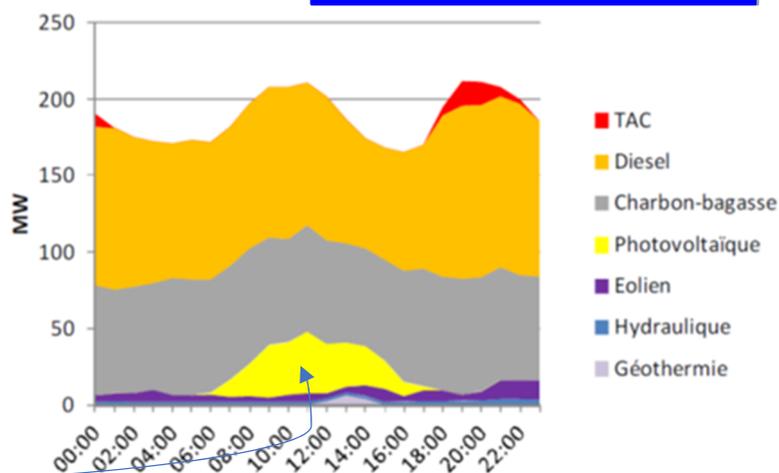


Installation solaire thermique industrielle (abattoir du Lamentin en Martinique)

### Descriptif technique et état des lieux

Le recours aux énergies renouvelables est une nécessité dictée par la transition vers des modes de production d'énergie décarbonés. D'un point de vue économique, le solaire s'impose déjà en zone insulaire tropicale par un coût de l'énergie produite inférieure à celui du réseau. La Guadeloupe dispose de ressources naturelles considérables et leur développement se poursuit dans la décennie 2018-2028 pour viser l'autonomie énergétique.

Avec une puissance installée et raccordée au réseau de plus de 70 MWc, les **générateurs photovoltaïques** participent désormais de manière significative au mix électrique guadeloupéen et notamment à la pointe du milieu de journée et représentent environ 6 % du mix électrique en Guadeloupe en 2017.



Deux modes de production sont possibles pour les industriels s'engageant dans la transition énergétique :

1	Générateur photovoltaïque <b>raccordé au réseau</b>	L'énergie produite est injectée sur le réseau public et vendue à un tarif bonifié, régit par l'arrêté du 4 mai 2017 (obligation d'achat par le gestionnaire de réseau, jusqu'à 100 kWc de puissance installée en ZNI). <b>Valorisation à 0.17 € / kWh</b> pour un générateur de 100 kWc. Contrat d'achat sur 20 ans.	  
2		L'énergie peut également être valorisée dans le cadre d'un contrat de gré à gré avec le gestionnaire de réseau, notamment dans le cas des projets lauréats des Appels d'Offre de la CRE qui intègrent des moyens de stockage de l'énergie.	
3	Générateur photovoltaïque en <b>mode autoconsommation</b>	L'énergie est injectée au tableau électrique de l'entreprise qui autoconsomme en couvrant partiellement ses besoins provenant du réseau, avec ou sans moyens de stockage (batteries). Valorisation selon le coût moyen de l'énergie propre à chaque entreprise, comprise entre <b>0.12 et 0.18 € / kWh</b> .	

Sur le secteur industriel en Guadeloupe, la contribution des investissements en énergie solaire destinés à la production d'électricité solaire photovoltaïque représente un gisement potentiel pouvant varier de 10 à 70 % des besoins énergétiques, selon les entreprises.

### Action(s) préconisée(s)

Envisager un investissement dans un générateur solaire photovoltaïque dans un des modes de production décrit précédemment (**injection réseau, appel d'offre CRE, autoconsommation**), de préférence sans batterie de stockage pour les unités de production fonctionnant essentiellement en journée.

En autoconsommation, le générateur peut ainsi couvrir, au fil du soleil, de 10 à 70 % des besoins selon la surface disponible (généralement en toiture, mais également en ombrières de parking) et la capacité d'investissement de l'entreprise.

**Tout ou partie du générateur pourra également servir à la mobilité électrique pour l'entreprise pour la recharge sur le site de véhicules électriques :**

- Mobilité transport des véhicules de la flotte de l'entreprise : voitures de fonction, véhicules légers de livraison, utilitaires, mais également camions électriques dans l'avenir,
- Mobilité transport des véhicules des salariés de l'entreprise,
- Moyens de manutention électriques (élévateurs), notamment pour l'industrie agro-alimentaire.

### Aides attribuées

L'action est éligible à 3 types d'aides à l'investissement :

Aide	Descriptif	A qui s'adresser ?
<b>Aide fiscale</b>	Aide fiscale à l'investissement productif, selon les conditions énoncées dans la Loi de finances en vigueur. Seuls les investissements directs dans l'outil de production sont éligibles. <b>Sauf cas particuliers, les investissements en solaire photovoltaïque ne sont plus éligibles aux aides fiscales</b>	Expert comptable
<b>EDF</b>	Dispositif ADVENIR : aide spécifique pour la recharge de véhicules électriques	Cellule Efficacité énergétique
<b>Subventions</b>	Dans le cadre d'un plan d'investissements spécifiques, la collectivité (Etat, DIECCTE, ADEME, REGION) peuvent aider directement les industriels et soutenir et instruire une demande de financement européenne de type FEDER (axe énergie), notamment dans le cas d'un plan mobilité électrique.	DIECCTE, CCI ADEME, REGION

### Gains et rentabilité

Les temps de retour sur investissement directement liés aux économies d'énergie sont estimés en 2018 entre 5 à 8 ans (hors aides) et entre 3 et 5 ans (avec aides) pour les générateurs installés en mode sur-imposition en toiture, sans batterie de stockage.

En mode autoconsommation, un générateur solaire permet également de réduire la puissance électrique souscrite et diminuer ainsi les charges fixes de l'abonnement.

Dans tous les cas, les gains en gaz à effet de serre évités sont importants, en Guadeloupe, de l'ordre de 0.8 kg de CO<sub>2</sub> par kWh produit.

### Descriptif technique

Comme dans toute structure, le **pilotage du poste énergie** dans les entreprises est une nécessité, afin d'optimiser ses contrats de fourniture d'énergie et de suivre l'évolution des consommations.

Ceci est d'autant plus important dans le secteur de l'industrie, d'une part parce que l'énergie est un vecteur indispensable à la production, d'autre part parce que l'optimisation des modes de consommation représente un potentiel de réduction des charges de fonctionnement des entreprises.

### Gisements d'efficacité énergétique

Ces actions d'optimisation tarifaires ne constituent pas des potentiels de gains énergétiques, ni d'émissions de CO2 évitées, mais des gains financiers directs, sans investissement, avec des temps de retours immédiats. Ils sont donc prioritaires pour tout gestionnaire des structures industrielles.

### Action(s) préconisée(s)

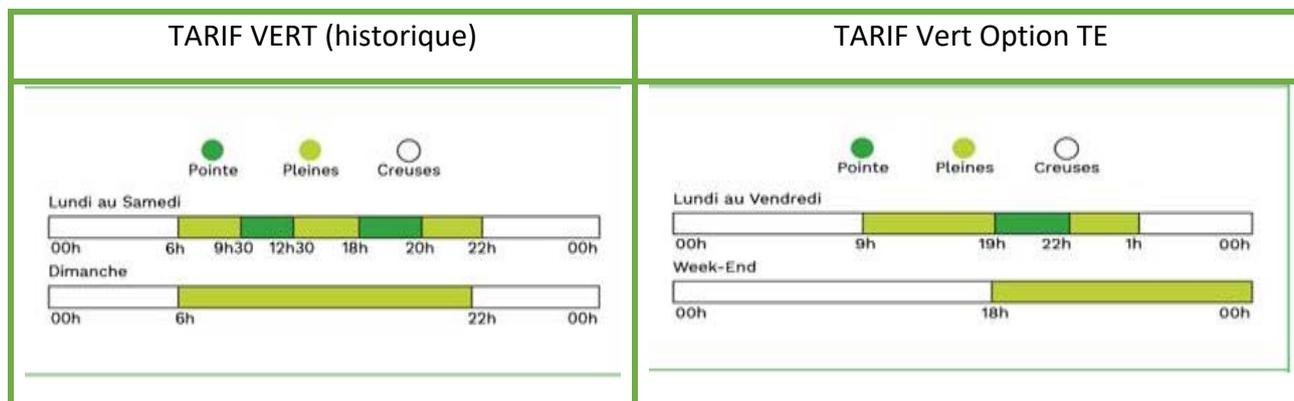
On propose, pour le secteur industriel d'effectuer les actions prioritaires suivantes qui permettent de générer des gains financiers directs :

Pilotage du poste énergie		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Suivi des flux</li> </ul>	<p>Mise en place d'un tableau de bord réalisé à partir des factures d'énergie (toutes énergies) et des feuillets de gestion EDF (pour les abonnés en tarif vert)</p> <p>NB : l'envoi systématique des feuillets par mail à fréquence mensuelle par les services d'EDF constitue un préalable indispensable. Dans le cadre des politiques de transformation numérique, une action opportune consiste également à transmettre de manière automatique, les relevés de puissance (top 10) mensuels aux entreprises en tarif vert (environ 600 clients tous secteurs confondus en Guadeloupe)</p>	<p>Par expérience, on constate que cet outil minimaliste (simple tableur) est bien souvent absent dans les entreprises, y compris les structures relativement importantes. Il est pourtant un outil de gestion indispensable, permettant de détecter les dérives et de renseigner des indicateurs de production.</p>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ajustement des puissances électriques souscrites</li> </ul>	<p>Cette action représente des gains significatifs sur les primes fixes (abonnement) sur lesquels les entreprises sont peu sensibilisées.</p> <p>Un 2<sup>e</sup> volet de l'action consiste à différencier les puissances souscrites selon les tranches tarifaires afin d'avoir une gestion tarifaire optimale limitant les appels de puissance en pointe.</p>	<p>Au-delà des entreprises industrielles, l'ajustement des puissances souscrites représente des gains très significatifs pour l'ensemble des abonnés, notamment en tarif vert (industrie, collectivités, bâtiments tertiaires)</p>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Migration vers les nouveaux tarifs TE</li> </ul>	<p>EDF a créé de nouveaux tarifs dits de Transition Énergétique qui sont actuellement en cours de déploiement pour l'ensemble des clients des ZNI.</p> <p><b>Les industriels sont particulièrement gagnants</b> en adoptant ces nouveaux tarifs, essentiellement par la suppression de la tranche de pointe du matin (9-12 h) durant laquelle les outils de production fonctionnent généralement à plein régime, sous réserve d'adapter les procédures de gestion tarifaire existantes (délestage de la pointe, stockage de froid si présent, ...)</p>	<p>La migration devrait être automatique pour tous les abonnés pendant la période 2020-2024. L'action consiste donc, pour les entreprises industrielles, à anticiper ce changement bénéfique, qui n'a pas d'autre incidence sur la fourniture d'énergie.</p>

La brochure EDF présentant les nouvelles tarifications, option TE, est disponible auprès des chargés de clientèle EDF.

Les différences principales entre les anciennes et nouvelles tarifications tarif vert sont présentées ci-dessous :

- Modification des tranches horaires : suppression de la pointe du matin.
- Uniformisation des options (durées d'utilisations LU-MU-CU), avec prime fixe unique.
- Modification des tarifs de l'énergie.



Tranches tarifaires des contrats moyenne tension (tarif vert), source : EDF Archipel Guadeloupe

**Aides attribuées : sans objet (il ne s'agit pas d'un investissement)**

### Gains et rentabilité

Les simulations d'ajustement des puissances souscrites et de migration vers les nouveaux tarifs doivent être faites pour chaque entreprise par interprétation des enregistrements des puissances appelées (relevés top 10 min) sur au moins une année.

Elle peut être faite par EDF (chargé de clientèle), à la demande du Chef d'entreprise.

Confiée à un prestataire spécialisé, cette simulation est également intégrée aux prestations d'audits énergétiques : elle peut générer des gains significatifs, sans aucun investissement.