

RAPPORT SUR L'IMPACT ENVIRONNEMENTAL, SOCIAL ET SOCIÉTAL DE LA SOCIÉTÉ ENERTIME

16 Décembre 2016

TABLE DES MATIERES

I.	La Société	3
II.	Les machines à Cycle Organique de Rankine (ORC).....	4
III.	Impact environnemental	5
III.1	Réduction des émissions de gaz à effet de serre	5
III.2	Réduction de la pollution liée à la combustion du charbon.....	6
III.3	Réduction de la pollution liée à la combustion des dérivés du Pétrole	7
III.4	Maîtrise des émissions de gaz à effet de serre	7
IV.	Impact social.....	8
IV.1	Au sein de l'entreprise.....	8
IV.2	Impacts indirects	10
V.	Impact sociétal de l'entreprise et de sa technologie	11
V.1	Création d'emploi dans les territoires.....	11
V.2	Origine locale des approvisionnements	11
V.3	Exportations de biens français	11
V.4	Maitrise des risques industriels.....	11
V.5	Collaboration scientifique avec des centres de formation et de recherche	12
V.6	Accès à l'énergie dans les Pays en développement	12
V.7	Baisse du prix de l'électricité pour les consommateurs	13

I. LA SOCIÉTÉ

Créée en 2008, ENERTIME est une société industrielle qui conçoit, développe et met en œuvre des machines à Cycle Organique de Rankine (ORC) pour l'efficacité énergétique industrielle et la production décentralisée d'énergie renouvelable (biomasse et géothermie). Les machines ORC permettent de transformer de la chaleur en électricité.

ENERTIME est l'un des quatre principaux acteurs mondiaux et le seul Français maîtrisant entièrement cette technologie de machines thermodynamiques de forte puissance (1 MW et plus). Un MW électrique d'ORC alimente environ 300 foyers en électricité toute l'année, hors chauffage.

Basée en Ile De France, ENERTIME regroupe 44 collaborateurs dont 26 ingénieurs, et dispose de bureaux à Lyon, Strasbourg et à Shanghai en Chine.

Enertime est qualifiée « entreprise innovante » par Bpifrance et est reconnue « Créative Industry » française par le ministère de l'économie et de l'industrie.

Enertime est coté sur le marché Alternext à Paris d'Euronext. ISIN : FR0011915339- Mnémo : ALENE



Figure 1: L'équipe Enertime

II. LES MACHINES A CYCLE ORGANIQUE DE RANKINE (ORC)

La technologie des Cycles de Rankine (du nom de William Rankine, savant écossais du XIXème siècle), est utilisée dans les centrales traditionnelles à vapeur d'eau pour produire de l'électricité à partir de chaleur haute température et de manière essentiellement centralisée.

Les machines ORC d'Enertime permettent d'adapter ce principe pour produire de l'électricité à partir de chaleur basse et moyenne température et de manière décentralisée, en remplaçant la vapeur d'eau des Cycles de Rankine à vapeur par un fluide dit Organique car issu de la chimie du carbone.

Les machines ORC d'ENERTIME visent 2 applications :

- L'efficacité énergétique dans l'industrie, par la valorisation de la chaleur perdue des usines
- La production d'énergie renouvelable, à partir de ressources biomasse ou géothermie

Par leur capacité à valoriser les sources basse température et/ou de faible puissance, leur fiabilité et leur simplicité de mise en œuvre et d'exploitation-maintenance, les machines ORC connaissent un fort développement mondial.

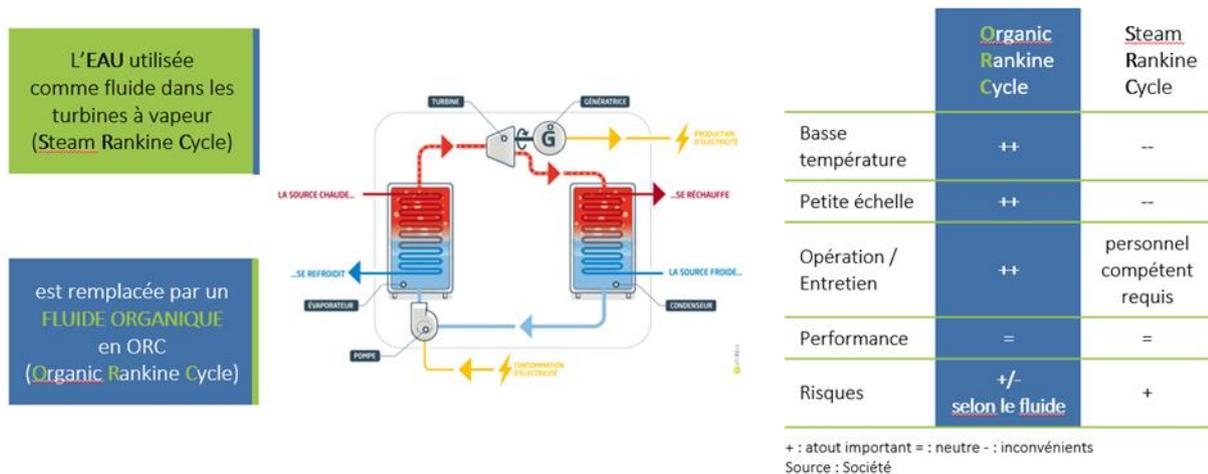


Figure 2: ORC et cycles vapeur (source: ADEME)

Une description détaillée du développement mondial de la technologie des ORC est disponible sur le site <http://orc-world-map.org>. Les centrales ORC existent dans des tailles de quelques kWe (échelle d'un foyer) à plusieurs centaines de MW.

III. IMPACT ENVIRONNEMENTAL

L'impact environnemental de la technologie ORC, et à fortiori de l'activité d'Enertime, touche les domaines suivants :

III.1 REDUCTION DES EMISSIONS DE GAZ A EFFET DE SERRE

Les ORC sont déployées sur les applications suivantes :

- Production d'énergie décentralisée à partir de ressources renouvelables et locales (cogénérations biomasse, géothermie profonde, solaire à concentration)
- Efficacité énergétique industrielle, par la valorisation de la chaleur perdue en électricité

Le tableau ci-dessous synthétise les puissances en jeu par filières à janvier 2016, les énergies électriques produites et les quantités de CO2 évitées par les ORC installés dans le monde :

Filière	Géothermie	Biomasse	Industrie	TOTAL
Puissances (MW) ¹	2 100	300	350	2750
Énergie (GWh/an) ²	15 000	1 500	2 450	19 200
Teneur CO2 réseau ³ (gCO2eq/kWh)	565	330	565	
Tonnage CO2 évité (MTCO2eq/an)	~8.5	~0.5	~1.5	~10

En géothermie, les plus grandes centrales (vapeur et ORC) sont aujourd'hui installées dans les régions à forte activité sismique (Islande, Turquie, Toscane, Rocheuses, Indonésie, Amérique centrale, Rift, Philippines...). De nombreux projets ORC voient aujourd'hui le jour dans d'autres territoires à fort gradient de températures ou avec de nombreuses anomalies géologiques grâce aux nouvelles technologies (Alsace, Allemagne, Croatie,...).

Dans le domaine de la biomasse, ce sont 300 MW de puissance installée essentiellement en Europe et en Amérique du Nord. À noter que la plupart de ces centrales produisent également de l'eau chaude en cogénération pour l'alimentation des villes et quartiers (d'où une économie de CO2 supplémentaire, non comptabilisée ici), et ne fonctionnant qu'une partie de l'année.

¹ Source : www.orc-world-map.org

² Avec un taux de fonctionnement annuel moyen de 8000 h pour la géothermie, 7 000 h pour l'efficacité énergétique et 5 000 h pour la biomasse

³Sources : <https://www.lenergieenquestions.fr/france-etats-unis-chine-qui-emet-le-moins-de-co2-pour-sa-production-electrique-infographie/>, en fonction de la localisation des centrales

En récupération de chaleur fatale industrielle et dans le pétrole et le gaz, on dénombre 350 MW de puissance installée, dont 120 MW dans les usines, essentiellement en Europe et 230 MW dans le Pétrole et le Gaz, (essentiellement aux USA).

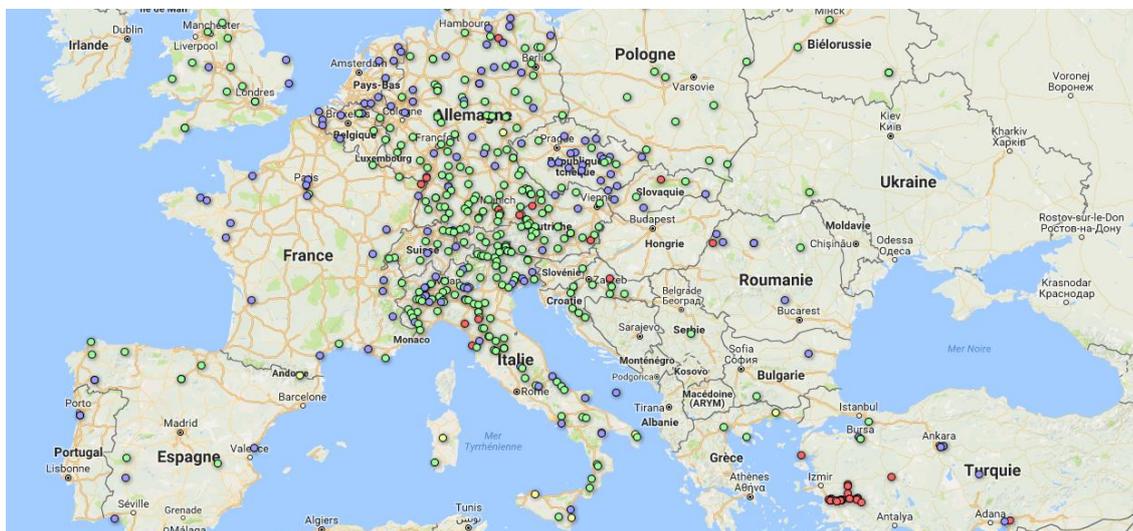


Figure 3: ORC installés en Europe (géothermie, biomasse, récupération de chaleur,...). Source : <http://orc-world-map.org/>

Au total, les 2 750 MW installés à janvier 2016 permettent d'éviter chaque année l'émission d'environ 10 millions de tonnes de CO₂, équivalant à 2,5% de toutes les émissions d'un pays comme la France. La croissance des installations à technologie ORC est de 20% du parc installé par an, soient environ 500 MW de capacité additionnelle chaque année, représentant presque 2 millions de tonnes de CO₂ supplémentaires économisées.

Par comparaison le parc automobile européen émet annuellement environ 5 millions de tonnes de CO₂ avec 400 millions de véhicules.

III.2 REDUCTION DE LA POLLUTION LIEE A LA COMBUSTION DU CHARBON



Dans les applications d'efficacité énergétique sur les procédés industriels, les machines ORC permettent de réduire de 5 à 30% la consommation électrique d'une installation. Dans le cas des pays industrialisés utilisant fortement le charbon et en particulier la Chine, où Enertime réalise actuellement une percée commerciale, 1 MWh d'électricité produit par un ORC installé en récupération de chaleur fatale dans une usine, permet d'économiser la combustion de 0,5 tonnes de charbon dans une centrale thermique⁴. En complément de la réduction des émissions de CO₂, c'est donc un enjeu de santé publique dans

les pays fortement pollués par l'industrie du charbon.

⁴ 0.5 tonne de charbon ont un pouvoir calorifique inférieur de $0,5 \times 6\text{MWh/t} = 3\text{ MWh}$ thermique, convertit en électricité avec un rendement de ~33% (hors perte des réseaux électriques)

III.3 REDUCTION DE LA POLLUTION LIEE A LA COMBUSTION DES DERIVES DU PETROLE



Dans les îles, et en particulier les territoires ultra-marins français, la grande majorité de la production électrique est réalisée à partir de moteurs ou de turbines à combustion utilisant un combustible dérivé du pétrole. Chaque MWh produit par un ORC en récupération de chaleur sur les échappements d'une centrale à moteur diesel, permet de réduire la consommation de la centrale de 200 litres de diesel.

Exploitées à leur potentiel maximum, les machines ORC pourraient permettre une amélioration de l'efficacité énergétique de

ces centrales jusqu'à 10 %, à un coût très profitable pour la collectivité.

III.4 MAITRISE DES EMISSIONS DE GAZ A EFFET DE SERRE

Les machines à cycle organique utilisent des fluides, dont certains peuvent avoir un impact sur l'environnement, particulièrement la couche d'ozone et l'effet de serre.

La société sélectionne avec grand soin les fluides de travail, et leur mise en œuvre, à ce sujet :

- Privilégie les fluides à faible niveau de dangerosité (fluides non explosifs et non toxiques) par opposition à nombreux de ses concurrents
- N'utilise pas de fluides ayant un impact sur la couche d'ozone
- Privilégie les fluides à faible pouvoir effet de serre (<1000) et mène des études sur l'utilisation avancée de fluide de nouvelle génération (à effet de serre quasi nul <5)
- Installe de manière systématique sur ces machines, des détecteurs automatisés de contrôle de fuite, des systèmes pour empêcher ces fuites et, propose dans ces services des contrôles d'étanchéité à ces clients.

Enertime dispose d'une habilitation à la manipulation des fluides frigorigènes (habilitation établie également pour 3 employés)

IV. IMPACT SOCIAL

IV.1 AU SEIN DE L'ENTREPRISE

IV.1.1 Emplois

La société emploie directement 44 personnes à fin 2016.

IV.1.2 Origine géographique des recrutements

La société a pour politique de favoriser l'embauche d'employés ayant une double culture, dans le but de se rapprocher culturellement de ses Clients étrangers. Aujourd'hui, 17 langues sont couramment parlées par les collaborateurs de l'entreprise (dont français, anglais, chinois, espagnol, allemand, russe, arabe, portugais, japonais, thaï, tagalog,...)

Les employés de la société se répartissent en fonction de leur nationalité à la naissance ainsi :

Fonctions	Ingénieurs/Cadres (%)	ETAM/Apprentis (%)
France	17 (59%)	11 (69%)
Étranger	11 (41%)	5 (31%)
Total	28	16

IV.1.3 Position des femmes dans l'entreprise

La société a pour politique d'offrir la même opportunité à tous, y compris pour les postes d'ingénieurs et de managers, et d'appliquer une stricte égalité salariale à compétence et métier égal entre hommes et femmes. Les statistiques pour 2016 sont les suivantes :

Fonctions	Hommes	Hommes %	Femmes	Femmes %
Administrateur	5	83,3%	1	16,7%
Comex	6	100%	0	0%
Ingénieur/cadre	17	77%	5	23%
ETAM et apprentis	12	75%	4	25%
Total employés	35	79,5%	9	20,5%

IV.1.4 Grille de salaire

Le ratio de salaire entre le salaire le plus élevé de l'entreprise et le salaire moyen est de 2,62, à l'exclusion du personnel de nettoyage, des apprentis et stagiaires.

IV.1.5 Embauche des jeunes

À fin 2016, l'âge moyen de l'ensemble des employés de la société était de 32 ans. Parmi les 44 employés en fin 2016, 19 ont été embauchés après un stage de fin d'étude réalisé dans la société à la fin de leur formation universitaire, ou sont en apprentissage dans la société.

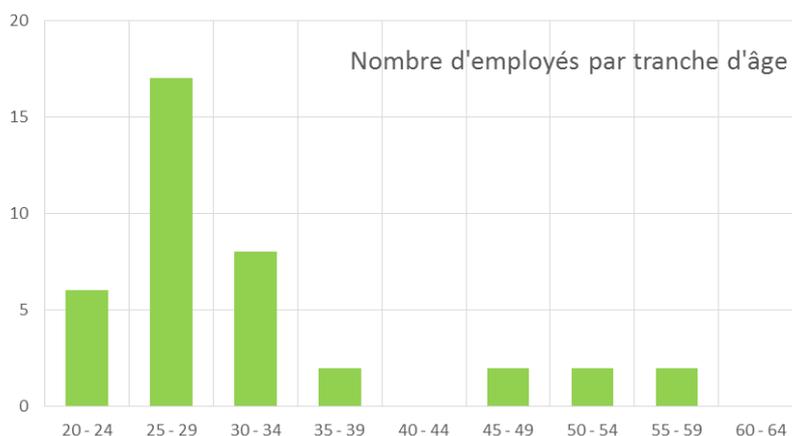


Figure 4: Répartition des âges des employés

IV.1.6 Apprentissage et Stage

La société emploie fin 2016, 4 apprentis ingénieurs en cycle de 3 ans d'apprentissage, dont 2 en troisième année, et 2 en première année d'école. Depuis sa création, la société a reçu 60 stagiaires étudiants en césure ou en fin de cursus.

IV.1.7 Formation des employés



La société organise tous les deux mois un déjeuner de formation interne permettant aux employés de partager leurs compétences (« techno pizza Day »), en particulier autour des projets de R&D en cours.

La société a également créé en 2016 une Université Interne destinée à former les équipes sur l'ensemble des sujets techniques liés à l'activité de la société. Plus de 15 formations différentes, d'en moyenne une journée, ont été formalisées.

IV.1.8 Partage de la création de valeur avec les employés

À fin 2016, 25% des employés étaient actionnaires de la société.

La société a, par ailleurs, émis fin 2014 et 2015, des **Bons de Souscription Pour les Créateurs d'Entreprises (BSPCE)**, au bénéfice de ses employés, pour 13% du capital, qui se répartissent pour 55% entre les deux fondateurs et, 45% entre 11 employés.

IV.1.9 Accès des locaux aux personnes handicapés

Les bureaux du siège social de la société incluent des bureaux accessibles aux personnes à mobilité réduite.

IV.1.10 Prévention des Accidents

De par son activité industrielle, la société effectue des travaux mécaniques et électriques en atelier ou en chantier. La politique santé sécurité de l'entreprise est exigeante et tournée vers la réduction maximale des risques d'accidents. Depuis sa création, elle a dénombré un seul accident du personnel avec interruption de travail et pour une durée inférieure à 1 journée.

IV.2 IMPACTS INDIRECTS

IV.2.1 Emplois indirects générés par l'activité



Fin 2016, Enertime incorpore dans les équipements qu'elle conçoit et commercialise environ 3,7 M€ d'équipements achetés à des tiers, dont 73% soit 2,7 M€ En comptant 1 emploi industriel induit, pour environ 100 k€ d'équipements ou de services sous-traités, cette sous-traitance génère 30 emplois induits.

Au total, la société génère ainsi à ce jour, directement ou indirectement, 70 emplois industriels qualifiés en France. Pour 2017, c'est 5,5 M€ de biens et services qui

devraient être achetés à des usines Françaises, soit environ 55 emplois induits, auxquels il faut rajouter 45 emplois en interne, soit 100 emplois au total.

V. IMPACT SOCIÉTAL DE L'ENTREPRISE ET DE SA TECHNOLOGIE

V.1 CREATION D'EMPLOI DANS LES TERRITOIRES



Une petite centrale de cogénération biomasse à technologie ORC de 600 kW alimentant un réseau de chaleur d'une ville de 50 000 habitants, consomme annuellement environ 12 000 tonnes de biomasse⁵.

Cette biomasse valorisée à environ 500 000 €, correspond à une dépense en main d'œuvre d'environ 350 000 €. A 20 000 € par emploi, ce sont 17 emplois pérennes créés par projet, auxquels s'ajoutent 3 emplois ETP pour l'exploitation de la centrale, soit 20 emplois sur 20 ans par projet.

V.2 ORIGINE LOCALE DES APPROVISIONNEMENTS

MADE IN FRANCE

La société produit (ou s'approvisionne) en France à raison de 73% des prestations et équipements incorporés dans un module ORC type et les 27% restants dans le reste de l'Europe.

V.3 EXPORTATIONS DE BIENS FRANÇAIS



La société contribue significativement à l'équilibre de la balance commerciale de la France. En S1 2016, la société a réalisé 95 % de son chiffre d'affaires à l'export. L'objectif est de continuer à réaliser la majorité du chiffre d'affaires à l'export.

V.4 MAITRISE DES RISQUES INDUSTRIELS



Le choix d'origine d'Enertime en faveur des fluides organiques non inflammables, contribuent à une meilleure maîtrise des risques industriels pour les unités en exploitation, en particulier pour les unités fonctionnant à moyenne température, où les alcanes, (pentane, butane) moins chers mais explosifs, sont généralement privilégiés par les autres constructeurs.

⁵ Source société, sur la base du projet de Port Marianne (ORC réalisé par Enertime)

V.5 COLLABORATION SCIENTIFIQUE AVEC DES CENTRES DE FORMATION ET DE RECHERCHE

Enertime a une politique engagée de collaboration à but uniquement scientifique avec des Universités et Laboratoires en France et à l'étranger. En plus des nombreux stagiaires que la société accueille, nous finançons ou avons financé des projets de démonstration en vue de formation avec L'Université de Liège en Belgique et l'Ecole d'ingénieur Esprit à Tunis. Nos employés interviennent pendant leurs heures de travail comme conférencier au CNAM, à CentraleSupélec et Paristech.

Par ailleurs Enertime travaille ou a travaillé avec de nombreux laboratoires et instituts Français et étranger dont ceux de l'ENSAM Paris, CEA à Grenoble, Université de Liège à Liège, EPFL à Lausanne, Politecnico di Milano à Milan, Henri Poincaré à Nancy etc..

La société enfin communique de manière régulière avec le monde scientifique pour améliorer ensemble les technologies sur lesquels nous travaillons.

V.6 ACCES A L'ENERGIE DANS LES PAYS EN DEVELOPPEMENT



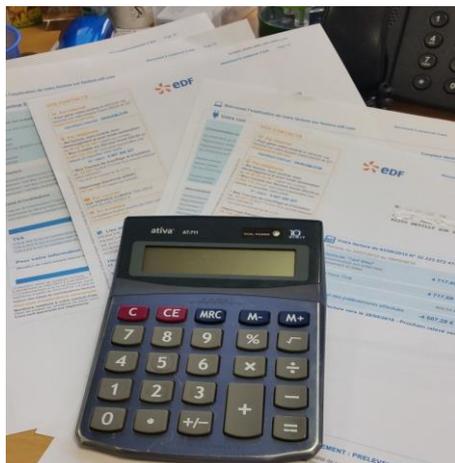
La biomasse représente plus de 10% de l'énergie primaire mondiale produite en 2016, et devrait augmenter sa part dans le mix énergétique dans les 20 prochaines années. Son utilisation durable pour produire de l'électricité devrait être multiplié par 4 en 40 ans⁶. La technologie des ORC est particulièrement adaptée à la production d'électricité décentralisée, avec de la biomasse déchet, et pourrait représenter une des seules solutions globales pour fournir de l'électricité renouvelable non-intermittente dans les PVD. Par exemple, la production annuelle mondiale de 600 millions de tonnes de riz génère 120 Millions de tonnes de balle de

riz capable d'alimenter de l'ordre de 10 000 MW de petites centrales partout où le riz est cultivé.

La géothermie, en particulier en Afrique de l'Est, dans les Caraïbes et l'Amérique Centrale et sur la ceinture de feux du Pacifique, est le second axe de déploiement de cette technologie avec un potentiel mondial de plus 200 000 MW, dont un minimum de 80 000 MW pour la technologie ORC. Voir par exemple pour cela http://www.iea.org/publications/freepublications/publication/Geothermal_roadmap.pdf pour les prévisions IEA sur la géothermie en 2050 et une étude réalisée pour le Département de l'Energie Américain <http://www.manufacturingcleanenergy.org/blog-20160523.html> montrant que le marché des ORC correspondant à 40% des puissances installées en géothermie électrique depuis 10 ans.

⁶ Voir page 27 et 37 <https://www.worldenergy.org/wp-content/uploads/2013/10/Les-sc%C3%A9narios-mondiaux-de-lenergie-a-lhorizon-2050.pdf>

V.7 BAISSÉ DU PRIX DE L'ÉLECTRICITÉ POUR LES CONSOMMATEURS



Les particuliers, consommateurs d'électricité en France, paient en plus du coût direct de l'électricité, une Contribution au Service Public de l'Électricité (CSPE). Une part significative de cette contribution est destinée à subventionner la production d'électricité dans les îles Françaises. La majorité de cette électricité est aujourd'hui produite avec des centrales à moteur diesel pour plus de 1 000 MW de puissance installée, avec des coûts de production d'environ 250 €/MWh. L'installation d'ORC sur ces centrales pourrait représenter, à minima, 30 MW de puissance installée. Ces machines ORC, une fois installées, permettraient de produire annuellement 240 GWh d'électricité à environ 150 €/MWh, soit 100 €/MWh d'économisé par MWh produit par rapport au coût de production des centrales sur lesquelles ces ORC sont installées. C'est

ainsi 24 M€ qui pourraient être économisés annuellement, permettant de financer chaque année, 60 000 foyers en précarité énergétique avec un chèque énergie de 150 € chacun.

A PROPOS D'ENERTIME

Créée en 2008, ENERTIME conçoit, développe et met en œuvre des machines à Cycle Organique de Rankine (ORC) pour l'efficacité énergétique industrielle et la production décentralisée d'énergie renouvelable. Les machines ORC permettent de transformer de la chaleur en électricité.

ENERTIME est l'un des cinq principaux acteurs mondiaux et le seul français maîtrisant entièrement cette technologie de machines de forte puissance (1 MW et plus).

Basée en Ile de France, ENERTIME regroupe 44 collaborateurs dont 25 ingénieurs et dispose de bureaux à Lyon et à Strasbourg ainsi que des représentants sur l'île de la Réunion et en Chine.

CONTACTS ENERTIME

Gilles DAVID – President
gilles.david(at)enertime.com

Lucie GAUDIN – Communication
Tél. 01 80 88 59 80/ 06 89 83 12 63
lucie.gaudin(at)enertime.com



[Suivez l'actualité d'ENERTIME sur Twitter](#)