

Technical Assistance Closure Report Template

Objective of the technical assistance (TA) Closure Report:

- To communicate publicly in one document a summary of progress made and lessons learned during the TA towards the anticipated impact (sections 1-4).
- To document qualitative and quantitative data collected during TA, for use in donor and UN reporting (Annex 1).

Steps for completing the TA Closure report:

- The lead TA implementer submits the closure report at the end of the technical assistance as a final deliverable. The TA closure report will capture outputs, outcomes and impacts of all activities conducted under the TA. Please copy and summarise relevant material from previous TA outputs/deliverables and the Response Plan, as relevant.
- A CTCN Manager will review and revise the closure report before final approval by the CTCN Deputy Director.

Important note on public and internal use of the closure report:

Once approved by the CTCN Deputy Director, the TA closure report will be a public document available on the CTCN website www.ctcn-n.org. Selected content will be used for targeted communication activities. Annex 2 is for internal use only and will not be publicly available.

Closure Report for CTCN Technical Assistance

1. Basic information

Title of response plan	Etude de faisabilité et assistance technique pour la réalisation d'un projet pilote de valorisation énergétique des déchets dans une cimenterie du Groupe Industriel des Ciments d'Algérie
Technical assistance reference number	2024000001
Country / countries	Algérie
NDE focal point and organisation	Prof. Noureddine Yassaa Commissaire aux Energies Renouvelables et à l'Efficacité Énergétique Commissariat aux Energies Renouvelables et à l'Efficacité Énergétique +213 20 06 26 44 Email: contact@cerefe.gov.dz
Proponent focal point and organisation	
Designer of the response plan	
Implementer(s) of technical assistance	L'ONU/CTCN en tant qu'entité contractante et le consortium IMT-ICC-Atlaspower en tant que consultant contractuel
Beneficiaries	GICA, Groupe Industriel des Ciments d'Algérie, https://gica.dz/fr/

Sector(s) addressed	Secteurs industriels (industrie du ciment) et des déchets
Technologies supported	- Valorisation énergétique des déchets ; - Energies renouvelables (Biomasse) ; - Gestion des déchets : déchets solides industriels, déchets solides municipaux ; - Incinération des déchets ; - Décarbonation industrie du ciment.
Implementation period and total duration in months	13 mois, d'avril 2025 à Mai 2026
Total budget for implementation	<u>211.090 USD</u>
Description of delivered outputs and products as well as the activities undertaken to achieve them. In doing so, review the log frame of the original response plan and refer to it as appropriate	Du point de vue de l'exécution, il n'y a eu aucun écart par rapport au contenu des livrables et des produits, ni par rapport aux activités entreprises, par rapport à ce qui avait été défini contractuellement.
Methodologies applied to produce outputs and products	- Étude de faisabilité pour un projet pilote avec différents scénarios de VED ; - Calcul de la durée d'amortissement et du retour sur investissement ; - Evaluation des réductions des émissions des GES ; - Concertation des acteurs et parties prenantes clés (Groupe de travail et Comité de pilotage du projet, ateliers et réunions de lancement et de clôture) ; - Renforcement des capacités du bénéficiaire du projet.
Deviations	Le seul écart constaté a été la prolongation de l'exécution du contrat de 12 à 13 mois.
Anticipated follow-up activities and next steps	Aucune activité de suivi n'est prévue contractuellement.

2. Lessons learned

	Lessons learned	Recommendations
Lessons learned from the CTCN TA process	Le processus d'assistance technique du CTCN a permis une coordination efficace entre le Secrétariat du CTCN, le consortium de consultants, le bénéficiaire, le Groupe Industriel des Ciments d'Algérie (Groupe GICA) et l'END (CEREFE). L'implication active des équipes techniques et opérationnelles de GICA a été essentielle pour faciliter l'accès aux installations, aux données industrielles et aux discussions techniques nécessaires à l'avancement du projet pilote de VED.	Renforcer dès les premières phases du projet les mécanismes de coordination entre le CTCN, le bénéficiaire, les équipes techniques et l'END afin d'assurer un alignement clair des attentes, des responsabilités et du calendrier d'exécution.
	La collecte et la validation des données techniques ont représenté un défi important, notamment en raison de la diversité des informations nécessaires concernant les procédés cimentiers, les	Développer des procédures standardisées de collecte, d'organisation et de validation des données techniques avant le lancement des études détaillées afin de réduire les délais et les incertitudes analytiques.

	Lessons learned	Recommendations
	caractéristiques des déchets, les performances énergétiques et les conditions d'exploitation des installations du Groupe GICA.	
	Malgré la définition préalable des étapes et des livrables dans les TdR, certaines activités et thématiques ont présenté des chevauchements importants, entraînant des redondances partielles dans les livrables techniques et des interfaces parfois peu claires entre certaines phases de l'étude. Cette situation a nécessité des alignements complémentaires entre le consortium, le CTCN et le bénéficiaire au cours de l'exécution du projet.	Renforcer la phase de définition des TdR avec une structuration plus détaillée des activités, des limites de chaque livrable et des interfaces entre les différentes phases du projet afin de réduire les chevauchements techniques et d'améliorer l'efficacité de l'exécution.
	La coopération entre les équipes du Groupe GICA, les parties prenantes nationales et les experts internationaux a favorisé le partage de connaissances techniques et l'adaptation des solutions proposées au contexte industriel et réglementaire algérien.	Encourager une participation plus précoce des autorités réglementaires, environnementales et des acteurs de la gestion des déchets afin d'anticiper les exigences administratives et réglementaires liées aux projets de VED.
	Les différences de maturité technique et réglementaire concernant les projets de valorisation énergétique des déchets ont nécessité des échanges techniques complémentaires au cours de la mission afin d'harmoniser les approches et les attentes des parties prenantes.	Renforcer les activités de sensibilisation et de renforcement des capacités sur les technologies RDF et VED auprès des acteurs industriels et institutionnels afin de faciliter l'acceptation et la mise en œuvre de futurs projets similaires.
	L'approche progressive adoptée dans le cadre de l'assistance technique, incluant le diagnostic, l'évaluation de faisabilité et la définition d'un projet pilote, a permis de réduire les risques techniques et opérationnels liés à l'introduction des RDF dans les cimenteries du Groupe GICA.	Maintenir une approche par étapes pour les futurs projets de transfert technologique, incluant des phases pilotes, des validations opérationnelles et des évaluations de risques avant le déploiement à grande échelle.
Lessons learned related to climate technology transfer	Le projet a démontré que la technologie de co-traitement de RDF dans les fours cimentiers présente un	Développer des mécanismes de soutien réglementaire et économique favorisant l'utilisation de combustibles alternatifs dans l'industrie cimentière,

	Lessons learned	Recommendations
	potentiel significatif de réduction des émissions de gaz à effet de serre, de substitution des combustibles fossiles et de diminution des volumes de déchets destinés à l'enfouissement.	notamment par des politiques nationales de gestion des déchets et de décarbonation industrielle.
	L'intégration de technologies de VED dans le contexte industriel local dépend fortement de la disponibilité d'une chaîne d'approvisionnement stable en déchets compatibles avec les exigences du procédé cimentier.	Mettre en place des stratégies de sécurisation de l'approvisionnement en RDF, incluant des accords à long terme avec les fournisseurs de déchets et le développement d'infrastructures locales de prétraitement.
	Les principales barrières identifiées concernent les incertitudes réglementaires, les variations de qualité des déchets, les investissements initiaux nécessaires et le manque d'expérience opérationnelle locale avec les systèmes RDF.	Établir des cadres réglementaires clairs pour la classification, le contrôle qualité et l'utilisation des RDF, ainsi que des procédures simplifiées pour les projets pilotes de valorisation énergétique.
	Le transfert de technologie a été facilité par l'échange d'expériences internationales, l'expertise technique spécialisée et l'adaptation des solutions aux conditions spécifiques de l'installation cimentière évaluée.	Favoriser les partenariats internationaux et les programmes de coopération technique afin de soutenir le transfert de connaissances, les essais industriels et le développement des compétences locales.
	Le développement des capacités internes de l'équipe opérationnelle et technique de la cimenterie pilote a été identifié comme un facteur essentiel pour assurer la durabilité à long terme de la solution proposée.	Renforcer les capacités locales à travers des programmes de formation continue portant sur la préparation des RDF, le contrôle des procédés, la sécurité opérationnelle et le suivi environnemental.
	Les analyses réalisées dans le cadre du projet ont montré que la viabilité à long terme dépendra également de mécanismes de financement adaptés et de la stabilité des politiques publiques relatives aux déchets et au climat.	Explorer des opportunités de financement climatique, de mécanismes carbone et de partenariats public-privé pour soutenir les investissements futurs liés aux infrastructures de VED et à la valorisation énergétique des déchets.
	L'approche pilote adoptée dans le projet a permis de réduire les risques techniques associés à l'introduction progressive de RDF dans le process cimentier et de mieux comprendre les	Mettre en œuvre des mesures de mitigation des risques incluant des essais progressifs, des systèmes de contrôle qualité des RDF, des plans de maintenance adaptés et des protocoles

	Lessons learned	Recommendations
	impacts opérationnels potentiels.	de surveillance environnementale renforcés.

3. Illustration of the TA and photos

For communication purposes, please provide 2-4 Power Point slides, including illustrations or charts, describing barriers, opportunities, methodology, activities, outputs and achieved results. The illustrations must be copied into the TA Closure report but must also be delivered as power point files. Also, please provide at least five high-resolution pictures in jpg format, capturing technical assistance. The pictures should illustrate how the TA has impacted the lives of the beneficiaries in particular and the communities in general.

4. Impact Statement

The information in the table below will be used to communicate results and anticipated impacts of this technical assistance publicly. Please copy information from impact statement developed in the M&E Plan and update as relevant.

Challenge	L'industrie cimentière algérienne dépend fortement des combustibles fossiles et fait face à des défis croissants liés aux émissions de gaz à effet de serre, à la gestion des déchets et à l'efficacité énergétique. Le manque de filières RDF structurées, l'absence de cadres réglementaires spécifiques et l'expérience limitée dans les technologies de VED constituaient des barrières importantes pour l'intégration de combustibles alternatifs dans les cimenteries du Groupe GICA.
CTCN Assistance	- Réalisation d'une évaluation technique et opérationnelle de l'intégration des RDF dans les cimenteries du Groupe GICA. - Analyse des impacts thermiques, environnementaux et opérationnels liés à l'utilisation de combustibles dérivés des déchets. - Élaboration d'une étude de faisabilité et définition d'un projet pilote de VED adapté au contexte industriel algérien. - Renforcement des capacités techniques et appui au transfert de connaissances sur les technologies de VED et des RDF.
Anticipated impact	Réduction potentielle de la consommation de combustibles fossiles dans les cimenteries du Groupe GICA.

	• Contribution à la réduction des émissions de CO₂ du secteur cimentier algérien. • Valorisation énergétique des déchets non recyclables et réduction des volumes mis en décharge. • Renforcement des capacités techniques nationales pour le déploiement futur de solutions VED.
Co-benefits: Achieved or anticipated co-benefits from the TA	Le projet devrait générer plusieurs co-bénéfices environnementaux, économiques et institutionnels. Parmi ceux-ci figurent l'amélioration de la gestion des déchets solides, la réduction de l'enfouissement, le développement potentiel d'une filière nationale RDF et l'amélioration de l'efficacité énergétique industrielle. L'assistance technique a également favorisé le transfert de connaissances techniques, le développement des capacités locales et le renforcement de la coopération entre les acteurs industriels et institutionnels impliqués dans la transition climatique et l'économie circulaire.
Gender aspects of the TA	L'assistance technique s'est appuyée sur un diagnostic genre structuré, mobilisant les données RH de GICA et de la cimenterie pilote de Chlef ainsi que des données nationales et internationales sur la participation des femmes au marché du travail, à l'entrepreneuriat et aux secteurs techniques. Ce diagnostic établit une base de référence sur la sous-représentation des femmes dans l'industrie cimentière et dans la chaîne de valeur des déchets, en mettant en lumière leur rôle potentiel non seulement comme ingénieures, mais aussi comme responsables de services, de projets et d'équipes au sein de GICA, ainsi que comme entrepreneures ou responsables de structures de collecte et de tri dans le secteur des déchets. Sur cette base, le plan d'action genre définit des mesures concrètes pour renforcer, durant et après le projet, la participation des femmes au développement et à l'appropriation des technologies climatiques liées au co-traitement des déchets. Il prévoit notamment la promotion de la participation des ingénieures de GICA aux

	formations techniques, aux missions terrain et aux décisions clés, ainsi que l'identification et la mobilisation de femmes actives dans la chaîne de valeur des déchets comme partenaires potentielles de GICA. La formation « Train the Trainer » sur le co-traitement a été ouverte à un public mixte, et son faible taux de participation féminine est utilisé comme indicateur de référence pour suivre, dans la suite du projet, les progrès réalisés en matière d'accès des femmes aux opportunités techniques et aux technologies climatiques.
Anticipated contribution to NDC	• Contribution potentielle aux objectifs nationaux de réduction des émissions de gaz à effet de serre du secteur industriel. • Soutien au développement de solutions de valorisation énergétique des déchets et d'économie circulaire. • Promotion de technologies de substitution aux combustibles fossiles dans l'industrie cimentière. • Renforcement des capacités nationales pour la mise en œuvre d'actions climatiques industrielles conformément aux engagements climatiques de l'Algérie.
The narrative story	L'assistance technique fournie dans le cadre du CTCN a soutenu le Groupe GICA dans l'évaluation de solutions innovantes de valorisation énergétique des déchets appliquées à l'industrie cimentière algérienne. Face aux défis liés à la dépendance aux combustibles fossiles, à la croissance des volumes de déchets et aux objectifs de réduction des émissions de gaz à effet de serre, le projet a permis d'analyser le potentiel d'intégration des combustibles dérivés des déchets (RDF) dans les fours à clinker. Les activités réalisées ont inclus des évaluations techniques des installations cimentières, l'analyse des caractéristiques des déchets, l'étude des impacts thermiques et opérationnels des RDF ainsi que la définition d'un projet pilote adapté au contexte industriel local. Le projet a également permis d'identifier les principales barrières techniques,

	réglementaires et organisationnelles liées au développement des technologies de VED en Algérie. Grâce à la coopération entre le CTCN, le consortium d'experts et les équipes techniques du Groupe GICA, l'assistance technique a contribué au transfert de connaissances et au renforcement des capacités locales dans le domaine des combustibles alternatifs et de la décarbonation industrielle. Les résultats du projet constituent une base technique importante pour le développement futur de projets de VED et pour le soutien aux objectifs climatiques et d'économie circulaire du pays.
Contribution to SDGs A complete list of SDGs and their targets is available here: https://sustainabledevelopment.un.org/partnership/register/	ODD 13 – Action climatique Le projet contribue à l'action climatique en soutenant la réduction potentielle des émissions de gaz à effet de serre du secteur cimentier grâce à la substitution partielle des combustibles fossiles par des combustibles dérivés des déchets. L'assistance technique favorise également le transfert de technologies climatiques et le développement de capacités nationales pour la décarbonation industrielle. ODD 12 – Consommation et production responsables Le projet soutient les principes de l'économie circulaire par la valorisation énergétique des déchets non recyclables dans les cimenteries. Il contribue à réduire les volumes de déchets destinés à l'enfouissement et encourage le développement de filières de gestion durable des déchets et de production de RDF. ODD 9 – Industrie, innovation et infrastructure L'assistance technique encourage l'innovation industrielle à travers l'évaluation de technologies de VED adaptées au contexte algérien. Le projet contribue au renforcement des capacités techniques et au développement d'infrastructures industrielles plus durables et plus efficaces sur le plan énergétique. ODD 17 – Partenariats pour les ODD L'assistance technique a permis – et le projet pilote permettra – d'impliquer

	conjointement différents acteurs et parties prenantes dans des partenariats autour de la mise en œuvre des ODD sous-tendus par le projet. ODD secondaires : ODD 1 – Elimination de la pauvreté. ODD 8 – Travail décent pour tous et croissance économique durable
--	---

Annex 1 Technical assistance data collection

Please add quantitative and qualitative values for the indicators selected in the M&E plan and monitored throughout the technical assistance in the tables below. Indicators which have been monitored in addition to the proposed indicators below may be added at the end of table A. Non-relevant indicators should be left blank.

A. Output and outcome indicators

Indicator	Quantitative value	Qualitative description
Please note indicators below highlighted as anticipated	Value and unit	List the various elements corresponding to the quantitative value as well as timelines and responsible institutions
Number of communication and outreach activities conducted by proponents and implementing partners to showcase CTCN support	<i>Total number of communication and outreach activities</i>	<i>Events (titles): News release: Newsletter: Articles: Presentations on the results of the TA: Social media postings: Etc.</i>
Number of participants in the events above		
Number of men	12	Evènement « Journée technique intersectorielle sur la valorisation énergétique des déchets dans l'industrie du ciment en Algérie » 15 October 2025 – Algiers
Number of women	4	
Number of men	21	Evènement « Kick-Off event - Présentation du Projet aux différents acteurs (publics et privés) » 16 October 2025 - Algiers
Number of women	14	
Number of men	7	Evènement « Réunion de présentation du projet aux équipes de la cimenterie de Chlef » 19 Octobre 2026 - Chlef
Number of women	2	
Number of men	20	Evènement « Closing event - Présentation des résultats du projets aux différents acteurs (publics et privés) » 06 April - Algiers
Number of women	14	
Number of training sessions and capacity strengthening activities	2	List the title of the training sessions and capacity strengthening activities

Number of people who received the training 1 Train the Trainers (4 days)	19	Formation de formateurs : « Principes fondamentaux du co-traitement des déchets » Du 29 mars au 01 avril 2026 - Alger
Number of men	17	
Number of women	2	
Number of people who received the training 2 Workshop (1 day)	43	Workshop « Vision stratégique et modèles de mise en œuvre » 02 avril 2026 - Alger
Number of men	35	
Number of women	8	
Total number of institutions trained	<i>List total number here</i>	
a) Number of research organisations, laboratories and universities		<i>List the name of organisations trained here</i>
b) Number of private companies		<i>List the name of organisations trained here</i>
c) Number of cities and local government		<i>List the name of organisations trained here</i>
d) Number of communities		<i>List the name of organisations trained here</i>
e) Number of ministries		<i>List the name of organisations trained here</i>
f) Number of specialised governmental institutions		<i>List the name of organisations trained here</i>
g) Number of non-profit organisations		<i>List the name of organisations trained here</i>
Percentage of participants reporting satisfaction with CTCN training (from CTCN training feedback form)		<i>Satisfied= 3+ on 5-pt scale</i> <i>Indicate breakdown of categories here based on the results of the CTCN training feedback forms</i>
Percentage of participants reporting increased knowledge, capacity and/or understanding as a result of CTCN training (from CTCN training feedback form)		<i>Increased knowledge, capacity and/or understanding= 3+ on 5-pt scale</i> <i>Indicate breakdown of categories here based on the results of the CTCN training feedback forms</i>
a) Number of men		
b) Number of women		
Total number of deliverables produced during the assistance (excluding mission, progress and internal reports)	<i>List total number here</i>	
a) Number of tools and technical documents strengthened, revised or developed	-	<i>List the name of the documents</i>
b) Number of other information materials strengthened, revised or created (For example training and workshop reports, Power Points, exercise docs etc.)	8	Rapports sur : - l'évènement de démarrage du projet ; - les visites des cimenteries ; - les ateliers de travail avec les producteurs de déchets ; - l'audit de la cimenterie pilote ;

		- la visite d'étude de GICA au Brésil ; - l'atelier de formation ; - l'atelier avec les parties prenantes ; - l'évènement de clôture.
Total number of policies, strategies, plans, laws, agreements or regulations supported by the assistance	<i>List total number here</i>	
a) Adaptation related		<i>List the type and name of documents supported</i>
b) Mitigation related		<i>List the type and name of documents supported</i>
c) Both adaptation- and mitigation related		<i>List the type and name of documents supported</i>
Anticipated number of policies, strategies, plans, laws, agreements or regulations proposed, adopted or implemented as a result of the TA		
a) Adaptation related		<i>List the type of documents anticipated to be proposed, adopted or implemented</i>
b) Mitigation related		Propositions de réglementation pour l'utilisation des déchets solides dans l'industrie du ciment et de modification des normes algériennes relatives au ciment.
c) Both adaptation- and mitigation related		<i>List the type of documents anticipated to be proposed, adopted or implemented</i>
Anticipated number of technologies transferred or deployed as a result of CTCN support		- Valorisation énergétique des déchets ; - Energies renouvelables (Biomasse) ; - Gestion des déchets : déchets solides industriels, déchets solides municipaux ; - Incinération des déchets ; - Décarbonation industrie du ciment.
Number of South-South collaborations enabled during or through CTCN TA support		Collaboration future potentielle entre l'ABCP (Association brésilienne des producteurs de ciment) et l'Algérie (Groupe GICA) dans l'industrie du ciment et celle des combustibles dérivés de déchets (RDF).
Number of climate technology RD&D related outreach activities		
Number of participants in climate technology RD&D related workshops and events		<i>Disaggregate by country</i>
a) Number of men		
b) Number of women		
Anticipated number of cooperative research, development, and demonstration programmes facilitated as a result of CTCN TA		

Number of countries with strengthened National System of Innovation as a result of CTCN support		
Number of organisations engaged through CTCN support		<i>Disaggregate by type of organisations</i>
Insert any additional indicators here		

B. Core impact indicators

Please fill in the tables for anticipated impacts of the CTCN assistance. Every technical assistance should contribute to at least one of the indicators below. For guidance on how to report on core indicators see the [‘M&E Guidance Document for TA Implementers’](#).

Core indicator 1	Anticipated metric tons of CO ₂ equivalent (CO ₂ e) emissions reduced or avoided as a result of CTCN TA	
	Anticipated metric tons of CO ₂ , equivalent emissions reduced or avoided as a result of the TA on annual basis	Anticipated metric tons of CO ₂ equivalent emissions reduced or avoided as a result of the TA in total
Quantitative value	204 395	3 065 925
Unit	t CO ₂ eq/a	t CO ₂ eq
Methodology Explain the method or process of verifying the indicator and how data was gathered	La réduction de l'équivalent CO ₂ repose sur le fait que le détournement des déchets de la solution alternative d'élimination en décharge (sans collecte ni utilisation du méthane pour la production d'électricité) vers l'industrie du ciment en remplacement du gaz naturel, permet la conversion de grandes quantités de CH ₄ qui seraient produites et émises dans l'atmosphère par les décharges, en CO ₂ dans les cimenteries.	Taux de rendement en interne (TRI) calculé sur 15 ans ; pour la réduction des GES, on peut considérer 15 fois la réduction annuelle calculée. 204 395 t CO ₂ eq/an x 15 = 3 065 925 t CO ₂ eq au total (15 ans).
GHG assessment boundary Identify expected post-TA activities, associated effects and assess boundary for quantification of GHG emission reductions	Conformément aux recommandations de la section 6 ("Conclusions") du livrable L.5.3, le consultant a formulé les recommandations suivantes : - Procéder à la confirmation, concernant les déchets considérés dans un plan théorique non documenté, dans le cadre d'une analyse de conseil : (1) Disponibilité des déchets ; (2) Qualité des déchets ; (3) Prix du marché, à la porte de la cimenterie ; (4) À partir des données réelles obtenues, mettre à jour le calcul de réduction des GES, conformément à la norme applicable. Ensuite, passer immédiatement à la phase d'approvisionnement de broyeurs de haute performance.	
Baseline candidates	Bien que d'autres solutions techniques auraient pu être utilisées dans le même but de réduire les émissions de GES, les termes de référence de ce projet ont limité le	

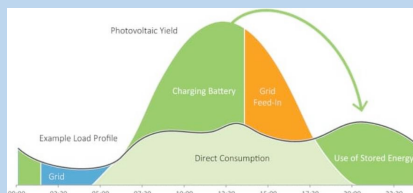
Define alternative technologies or practises used in baseline calculation to represent possible alternatives to the project activities	calcul à l'alternative consistant à remplacer le gaz naturel par des déchets compatibles. Quoi qu'il en soit, la décarbonation de l'industrie du ciment nécessite une approche combinée plutôt qu'une solution unique, car les émissions proviennent à la fois du processus chimique de calcination (60 %) et de la consommation d'énergie (40 %). Par conséquent, les futures réductions des émissions de GES peuvent être réalisées grâce à plusieurs mesures d'atténuation distinctes, comme décrites ci-dessous, ou grâce à une combinaison de deux ou plusieurs d'entre elles. Voici les alternatives techniques que GICA pourrait utiliser à l'avenir, en plus du remplacement du gaz naturel par des déchets : 1. Production d'électricité en mode d'autoconsommation (centrale photovoltaïque hybridée avec stockage) Le réseau électrique national algérien présente un facteur d'émission (FE) estimé à 0,528 tCO₂/MWh. Cela signifie que tout processus de production d'électricité interne en autoconsommation, évitant l'achat d'1 MWh sur le réseau algérien, permettra d'éviter l'émission de 0,528 tonne de CO₂ dans l'atmosphère. À travers le monde, certaines cimenteries, bénéficiant d'un fort potentiel solaire et d'espace libre à proximité, ont opté pour l'installation d'une centrale photovoltaïque d'autoconsommation, réduisant ainsi leur consommation annuelle d'électricité sur le réseau national. Il s'agit des premiers cas d'installations non hybrides avec stockage par batterie. C'est le cas, par exemple, de la centrale photovoltaïque de plusieurs mégawatts installée par la cimenterie d'Ohorongo dans ses environs. Centrale photovoltaïque de 5 MW à la cimenterie d'Ohorongo en Namibie 	
---	---	--



Cependant, aujourd'hui, grâce à la forte baisse des coûts de stockage par batteries, ces centrales photovoltaïques peuvent être dimensionnées pour avoir une puissance nominale supérieure à la consommation électrique maximale de la cimenterie. Elles stockent l'énergie pendant les heures d'ensoleillement et la restituent la nuit, renforçant ainsi l'autonomie énergétique de la cimenterie.

[Ohorongo Cement: 100% Namibian High-Quality Cement](#)

Schéma typique d'approvisionnement des consommations internes avec hybridation PV – stockage

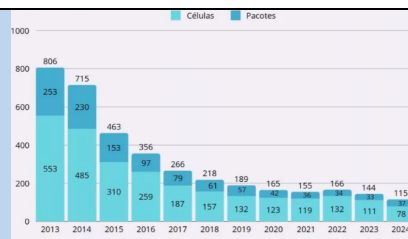


Traditionnellement, les petits projets d'autoconsommation photovoltaïque sont économiquement viables lorsque le coût de l'électricité achetée sur le réseau est supérieur au LCOE (coût actualisé de l'énergie) de la centrale photovoltaïque. Cette viabilité économique augmente avec l'écart entre les deux.

Données technico-économiques pour les centrales photovoltaïques :

- Coût total pour une installation en 2030 : 686 USD / kWc
- Opération et maintenance : 16 USD / kWc / an

Moyenne des prix des batteries au lithium-ion entre 2013 et 2024 (en USD/kWh)



Cependant, pour les projets d'autoconsommation photovoltaïque de plus grande envergure que ceux applicables aux cimenteries de GICA, les Réductions Certifiées des Émissions (RCE) ont le potentiel de transformer radicalement la donne.

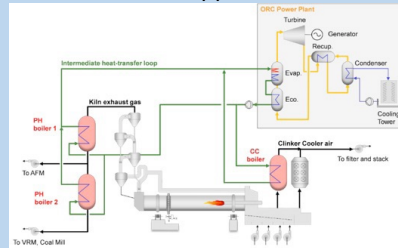
2. Production d'électricité en mode d'autoconsommation (Récupération de chaleur résiduelle (RCR))

Bien que le RCR Cycle de Rankine Organique (COR) ne réduise pas la consommation d'électricité d'une cimenterie, il valorise la chaleur excédentaire qui serait autrement perdue afin de produire de l'électricité pour une utilisation sur site ou pour l'injection dans le réseau.

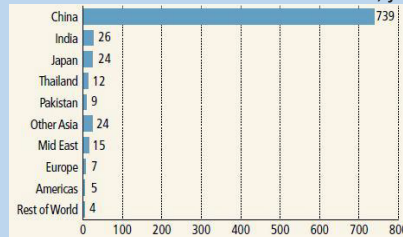
La différence entre un cycle de Rankine traditionnel et un COR réside dans le fait que le COR remplace l'eau par un fluide à point d'évaporation inférieur. De ce fait, les cycles RCR COR sont adaptés à l'utilisation de sources de chaleur à plus basse température (comme par exemple la chaleur résiduelle à température moyenne (200-400 °C) des gaz de combustion d'un four) que les cycles de Rankine traditionnels, où la source de chaleur provient de la combustion directe d'un combustible dans le foyer d'une chaudière pour produire de la vapeur surchauffée.

Sur le plan économique, la récupération de chaleur résiduelle (RCR) dans l'industrie cimentière nécessite des investissements initiaux importants, mais présente de faibles coûts d'exploitation. En termes d'efficacité énergétique, le RCR COR permet une réduction de la consommation entre 10 et 20 kWh/t de clinker. Encore sur le plan économique, le coût d'installation des cycles RCR COR se situe entre 15 et 25 millions d'euros, et devrait permettre de réduire le prix du ciment de 0,7 à 1,9 EUR/t en 2050. Les coûts dépendent de divers facteurs, tels que le type de technologie, la taille et l'emplacement de l'installation. Cela introduit une large fourchette, allant de 7 000 USD/kW d'électricité pour les systèmes de 2 MW pour les RCR COR.

Schéma d'un système RCR COR pour une application cimenterie



Références mondiales RCR COR, jusqu'en 2013



3. Commutation combustible (Mélange de gaz naturel et d'hydrogène vert)

Outre le remplacement du gaz naturel par des résidus disponibles, notamment la biomasse, qui constitue l'objectif principal de ce rapport, l'utilisation d'hydrogène vert représente l'alternative potentielle suivante.

Dans un pays comme l'Algérie, où les prix domestiques du GN sont très bas, l'utilisation de l'hydrogène vert en remplacement du GN ne deviendra viable que si la différence de prix entre le GN et le H₂ vert peut être compensée ou dépassée par des gains en termes de RCE.

Cependant, plusieurs études approfondies ont déjà été réalisées concernant la production d'hydrogène vert à grande échelle en Algérie, indiquant un coût de production directement déterminé par le rendement spécifique des ER sur site. Pour la production d'électricité basée sur la technologie photovoltaïque, le LCoH est le plus élevé dans la partie nord de l'Algérie en raison de la diminution de l'irradiation solaire. Le LCoH de la région nord est supérieur à 4,70 USD/kg, et en moyenne, le LCoH a été calculé à 4,14 USD/kg.

D'un point de vue strictement technique, bien que les fabricants respectifs doivent toujours être consultés et accepter la solution technique de mix, surtout en ce qui concerne les garanties de performance, le mélange d'hydrogène dans le gaz naturel devrait être possible tant que les niveaux admissibles de l'indice de Wobbe des brûleurs des turbines à gaz naturel ne sont pas dépassés. Étant

donné que l'indice de Wobbe de l'H₂ est inférieur à celui du gaz naturel, des mélanges croissants d'H₂ conduiront à un point où l'indice de Wobbe du mélange descend en dessous de la limite minimale de l'intervalle admissible pour les brûleurs à gaz naturel. Cependant, du moins pour les chaudières à gaz naturel, la plupart des fabricants en Europe acceptent déjà des incorporations d'H₂ dans le mélange jusqu'à 30 %, sans qu'il soit nécessaire d'adapter leurs brûleurs.

Par définition, l'indice de Wobbe est calculé en divisant le PCS d'un gaz par la racine carrée de sa densité relative. Le tableau suivant présente des valeurs typiques de l'indice de Wobbe de divers gaz combustibles :

Indices de Wobbe des principaux combustibles gazeux

Gaz combustible	Indice de Wobbe supérieur (Kcal/Nm ³)	Indice de Wobbe inférieur (Kcal/Nm ³)
Hydrogène	11,528	9,714
Méthane	12,735	11,452
Éthane	16,298	14,931
Éthylène	15,253	14,344
Gaz naturel	12,837	11,597
Propane	19,376	17,814
Propylène	18,413	17,180
n-butane	22,066	20,336
iso-butane	21,980	20,247
Butylène	21,142	19,728
GPL	20,755	19,106
Acétylène	14,655	14,141
Monoxyde carbone	3,060	3,060

Il y aura également d'autres aspects à prendre en compte, notamment la génération de NO_x thermique, qui aura tendance à augmenter lorsque la proportion de H₂ dans le mélange augmentera, étant donné que la température de la flamme du brûleur augmentera également.

4. Capture, Utilisation et Stockage du Carbone (CUSC)

Étant donné que 60 % des émissions sont inhérentes à la réaction chimique de carbonatation du calcaire (CaCO₃ en CaO), une décarbonation profonde nécessite la capture du CO₂ avant d'être rejeté dans l'atmosphère.

Parmi les différentes technologies émergentes, celle qui présente actuellement la plus grande maturité est la CUSC.

5. Substitution du clinker (Matériaux cimentaires supplémentaires - MCS)

La production de clinker Portland constitue la principale source d'émissions directes de CO₂ dans l'industrie cimentière, principalement en raison de la décarbonatation du calcaire lors de la calcination ainsi que de la forte demande énergétique du procédé. En l'absence

	d'alternative techniquement et commercialement viable au clinker à grande échelle à court et moyen terme, la réduction du taux de clinker dans le ciment représente l'une des stratégies de décarbonation les plus efficaces et immédiatement applicables pour le secteur. La diminution de la teneur en clinker par son remplacement partiel par des Matériaux Cimentaires Supplémentaires (MCS) permet de réduire directement l'empreinte carbone du ciment tout en préservant, voire en améliorant, ses performances techniques. Outre la réduction des émissions de gaz à effet de serre, plusieurs MCS contribuent à l'amélioration des propriétés à long terme des ciments et bétons, notamment par une augmentation de la résistance mécanique à maturité, une meilleure résistance aux environnements agressifs (milieux marins, industriels ou réseaux d'assainissement), une réduction de la perméabilité, une limitation de la fissuration ainsi qu'une amélioration de la durabilité des ouvrages. Au cours des dernières décennies, l'industrie cimentière a progressivement réduit le facteur clinker grâce à l'incorporation croissante de matériaux tels que le filler calcaire, les pouzzolanes naturelles ou calcinées, le laitier granulé de haut fourneau et les cendres volantes. Les différentes combinaisons de ces matériaux ont permis le développement d'une large gamme de ciments répondant à la fois aux exigences de performance et à la disponibilité régionale des matières premières. Parmi les principaux substituts du clinker figurent : • Filler calcaire : calcaire finement broyé incorporé directement dans le ciment sans subir d'étape de calcination, ce qui permet d'éviter les émissions de procédé associées à la production de clinker. • Pouzzolanes : matériaux naturels ou calcinés riches en silice et alumine réactives. Les argiles calcinées suscitent un intérêt croissant en raison de leur large disponibilité et de leur fort potentiel de réduction du facteur clinker. • Laitier granulé de haut fourneau : sous-produit de l'industrie sidérurgique présentant des propriétés hydrauliques latentes lui permettant de remplacer une partie du clinker tout en améliorant la durabilité des bétons. • Cendres volantes : résidus issus de la combustion du charbon et de certaines biomasses, largement utilisés pour améliorer l'ouvrabilité des bétons et le développement des résistances mécaniques à long terme. À l'avenir, la disponibilité des MCS traditionnels tels que les cendres volantes et le laitier de haut fourneau devrait	
--	---	--

	diminuer sous l'effet de la décarbonation des secteurs de la production électrique et de la sidérurgie. Le développement des énergies renouvelables réduira progressivement la production de cendres volantes, tandis que l'évolution des procédés sidérurgiques vers des technologies bas carbone pourrait limiter la disponibilité du laitier. Dans ce contexte, les pouzzolanes calcinées et les systèmes à base d'argiles calcinées devraient jouer un rôle de plus en plus important dans les stratégies futures de substitution du clinker, soutenus par le développement de nouvelles unités industrielles et par l'intérêt croissant porté aux technologies de ciment à faible empreinte carbone. Bien que la substitution du clinker ne puisse, à elle seule, assurer la décarbonation complète de l'industrie cimentière, elle constitue un levier majeur de réduction des émissions et demeure l'une des mesures les plus matures, économiquement compétitives et facilement déployables pour atteindre les objectifs climatiques à court et moyen terme.																									
Baseline emissions Describe baseline scenario and emissions calculated	Comme décrit dans les livrables L.5.2 et L.5.3, le scénario de référence a été intitulé "Réaliste" et correspond à un remplacement thermique (pouvoir calorifique inférieur, sur base humide) de 33,4 % du gaz naturel, sur la base de l'utilisation des déchets suivante : <table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="3">Énergie issue des déchets</th> </tr> <tr> <th>Paramètres du projet</th> <th>Unités</th> <th>Scn #3 (Real.)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Boues des WWTP urbaines</td> <td>GJ/a</td> <td>228 342</td> </tr> <tr> <td>Résidus d'olive</td> <td>GJ/a</td> <td>753 626</td> </tr> <tr> <td>CDD</td> <td>GJ/a</td> <td>610 401</td> </tr> <tr> <td>Pneus</td> <td>GJ/a</td> <td>424 984</td> </tr> <tr> <td>Boues d'hydrocarbures</td> <td>GJ/a</td> <td>425 162</td> </tr> <tr> <td>Total</td> <td>GJ/a</td> <td>2 442 515</td> </tr> </tbody> </table>	Énergie issue des déchets			Paramètres du projet	Unités	Scn #3 (Real.)	Boues des WWTP urbaines	GJ/a	228 342	Résidus d'olive	GJ/a	753 626	CDD	GJ/a	610 401	Pneus	GJ/a	424 984	Boues d'hydrocarbures	GJ/a	425 162	Total	GJ/a	2 442 515	
Énergie issue des déchets																										
Paramètres du projet	Unités	Scn #3 (Real.)																								
Boues des WWTP urbaines	GJ/a	228 342																								
Résidus d'olive	GJ/a	753 626																								
CDD	GJ/a	610 401																								
Pneus	GJ/a	424 984																								
Boues d'hydrocarbures	GJ/a	425 162																								
Total	GJ/a	2 442 515																								
Assumptions Describe assumptions made during calculation and quantification of GHG reductions	Assumptions Describe assumptions made during calculation and quantification of GHG reductions	Pour les calculs, les principales hypothèses suivantes ont été prises en compte : 1. Caractérisation des déchets (composition élémentaire, biogénique, teneur en eau, pouvoir calorifique inférieur, potentiel de dégradation, etc.). Tous ces paramètres ont été estimés à partir de données internationales disponibles, car, contrairement aux autres pays, le climat algérien ne fournit aucune caractérisation reflétant la réalité algérienne. 2. Disponibilité et prix des déchets (voir ci-dessus). 3. Logistique des déchets (voir ci-dessus) : en effet, le climat algérien ne disposait d'aucune donnée concernant l'origine possible des déchets.																								

		déchets et a dû supposer de distances égales entre le lieu de dépôt des déchets et les sites de mise en décharge ou de circulation. 4. Solution alternative pour le traitement des déchets : pour les calculs, il a été supposé que la solution alternative serait le dépôt des déchets en décharge. 5. Caractérisation des déchets : il a été supposé que les déchets actuellement traités en Algérie ne sont pas contrôlés, la mesure où elles ne valorisent pas le CH₄ produit pour la production locale d'électricité. 6. Comportement des déchets : à l'absence d'informations concernant l'état actuel des décharges, il a été supposé que les décharges algériennes actuelles compactent les déchets restant, favorisant l'émission de 90 % de méthane (CH₄) par les couches inférieures en conditions anaérobies et de 10 % de CH₄ par les couches supérieures en conditions aérobies, par la dégradation de la matière organique. 7. Émissions fugitives de GES : le Consultant n'a pas pris en compte ces émissions fugitives car, en principe, les émissions de CH₄ peuvent être comptabilisées une fois dans le cadre d'une contribution déterminée au national (CDN) et, en principe, l'ont déjà été par Sonatrach.		
--	--	---	--	--

Core indicator 2	Anticipated increased economic, health, well-being, infrastructure and built environment, and ecosystems resilience to climate change impacts as a result of technical assistance <i>Please provide a qualitative description of the anticipated impacts on the categories below</i>
Infrastructure and built environment	The new installations will support the plant in preparation and injection of alternative fuels

Anticipated increased infrastructure resilience (avoided/mitigated climate induced damages and strengthened physical assets)	
Ecosystems and biodiversity Anticipated increased ecosystem resilience (areas with increased resistance to climate-induced disturbances and with improved recovery rates)	Ce projet présente deux mérites environnementaux majeurs : 1. Il contribue à une réduction substantielle des émissions de GES en Algérie, contribuant ainsi à la réalisation des objectifs CDN définis au niveau national. 2. Il permet une meilleure gestion des déchets produits localement, puisqu'elle modifie le processus, passant de leur accumulation dans les décharges à leur élimination par valorisation thermique.
Economic Anticipated increased economic resilience (e.g. less reliance on vulnerable economic sectors or diversification of livelihood)	Sans objet, car bien que ce projet renforce la résilience économique de son principal utilisateur, comme décrit dans le livrable L.5.3, le Groupe GICA est le principal producteur de ciment en Algérie et ne peut donc être considérée comme une entité économique vulnérable.
Health and wellbeing Anticipated increased health and wellbeing of target group (e.g. improved basic health, water and food security)	Sans objet

Core indicator 3	Anticipated number of direct and indirect beneficiaries as a result of the TA		
	Direct beneficiaries	Indirect beneficiaries	Means of verification
Adaptation related	Sans objet, car, s'agissant d'un projet industriel, le principal bénéficiaire est son utilisateur industriel (GICA), même si la filière locale de production et de distribution de déchets en tirera également profit. Toutefois, le consultant n'est pas en mesure de quantifier ou de qualifier cette filière, ces informations ne lui		Sans objet
Mitigation related			Sans objet
Both adaptation-and mitigation related			Sans objet

	ayant pas été communiquées.		
--	-----------------------------	--	--

Core indicator 4	Amount of funding/investment leveraged (USD) as a result of TA (disaggregated by public, private, national, and international sources, as well as between anticipated/confirmed funding)		
	Quantitative value Value and currency	Qualitative description List the various elements corresponding to the quantitative value as well as expected timelines and responsible institutions	Methods Describe method use for quantification of funds leveraged including assumptions made and attention paid to causality, attribution and avoidance of double-counting
Total anticipated amount of funding/investment mobilised or leveraged (USD) as a result of the TA	4.900.000 USD	CAPEX	
Anticipated amount of public funding mobilised from national sources (USD)	Sans objet	Sans objet	
Anticipated amount of public funding mobilised from international and regional sources as a result of the TA	Sans objet	Sans objet	
Anticipated amount of private investment mobilised (in USD) from national sources as a result of the TA	Sans objet	Sans objet	
Anticipated amount of private investment mobilised (in USD) from international and regional sources as a result of the TA	Sans objet	Sans objet	

Annex 2 (for internal use – to be filled in by the CTCN)

CTCN evaluation

This section will be completed by the relevant CTCN Technology Manager.

- Evaluation of the timeliness of the TA implementation as measured against the timeline included in the response plan;

- Evaluation of TA quality as defined in the response plan;
- Overall performance of the Implementers;
- Overall engagement of the NDE and Proponent;
- Lessons learned on the CTCN process and steps taken by the CTCN to improve.