



République Algérienne Démocratique et Populaire
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique

Université Mostepha Ben Boulaid- Batna 2
Institut d'Hygiène & Sécurité Industrielle
LABORATOIRE DE RECHERCHE EN PREVENTION INDUSTRIELLE (LRPI)

THESE

Présentée en vue de l'obtention du diplôme de
DOCTEUR EN SCIENCES

En Hygiène & Sécurité Industrielle

Option : Gestion des Risques

Par :

M^{me} AOUADJ Sarra

Magister en Hygiène et Sécurité Industrielle

Thème :
Mise en œuvre des Meilleures Techniques Disponibles (MTD) en Algérie : secteur de production d'électricité par des énergies renouvelables et élaboration des documents de références.

Soutenue publiquement le 11/01/2022 , devant le Jury composé de :

Pr. DJEBABRA Mebarek	Professeur	Université de Batna 2	Président
Pr. ZEBIRATE Soraya	Professeure	Université d'Oran 2	Rapporteur
Dr. SMAIL Rachid	M. C. A.	Université de Batna 2	Co-Rapporteur
Pr. ADOUANI Belkacem	Professeur	Université de Batna 1	Examineur

Année Universitaire 2020-2021

REMERCIEMENT

Je tiens à remercier, en premier lieu, Dieu le tout puissant m'ayant accordé santé, courage et bonne foi afin que je puisse achever cet humble travail.

En préambule à ce mémoire, je souhaitais adresser mes remerciements les plus sincères aux personnes qui m'ont apporté leur aide et qui ont contribué à l'élaboration de cette thèse.

Je tiens à remercier en priorité Madame Zebirate Soraya, Professeure à l'Université Oran 2, qui m'a encadré tout au long de cette thèse et qui m'a fait partager ses brillantes orientations malgré ses lourdes responsabilités dans son poste de travail. Qu'elle soit aussi remerciée pour sa gentillesse, sa disponibilité permanente et pour les nombreux encouragements qu'elle m'a prodigués.

Je remercie également Madame Lebsir Hayat, Professeure à l'université Oran 2, qui m'a beaucoup aidé dans mes premiers pas dans ce travail de recherche.

Comme je tiens à remercier Monsieur Smail Rachid, Professeur à l'Institut d'Hygiène et Sécurité de l'université de Batna 2, pour sa contribution et ses facilitations dans la rédaction de la thèse ainsi que toutes les démarches administratives et ceci en étroite collaboration avec la directrice de thèse.

J'exprime ma gratitude à Monsieur DJEBABRA Mebarek et à Monsieur ADOUANI Belkacem qui ont accepté de composer le jury :

Monsieur DJEBABRA Mebarek, Professeur à l'université de Batna 2 pour l'honneur qu'il me fait en présidant le jury de ma soutenance,

Monsieur ADOUANI Belkacem, Professeur à l'université de Batna 1, pour accepter d'être examinateur.

Je tiens également à remercier Mlle Khemri Leila pour son soutien, ses encouragements et sa contribution dans la démarche administrative de soutenance.

Comme je remercie mes parents pour leur précieux soutien moral ainsi que leur aide matériel tout au long de la préparation de cette thèse.

Je remercie intensément mon mari Hellal Abdelbaqi pour son soutien, sa contribution matérielle et son aide pour l'accomplissement de mes travaux de recherche.

Merci à Mr. Annou Mohamed Ibrahim ex chef de Division Hygiène et Sécurité à la Direction Régionale de Hassi R'mel pour le partage de ses connaissances et ses informations.

Dédicaces

Je dédie ce modeste travail à :

- Mes parents qui ont, toujours, été présents pour que je puisse réaliser mes travaux de recherche dans les meilleures conditions et de m'avoir soutenue et encouragée à chaque moment d'intenses efforts.

- Mon mari qui a été très patient et très compréhensif ainsi que mes chers enfants : mon fils JAD (JOUJOU) et ma petite fille Kḥadija.

- Ma sœur HOUDA, et sa petite famille.

- A toute ma famille « AOUDJ » et ma belle-famille « Hellal »

- A la mémoire de mon défunt oncle Nacer , décédé le 09/04/2021 « que Dieu ait son âme » et son précieux message qui demeure gravé dans ma mémoire :

« Toutes mes félicitations pour la réussite que tu viens d'accomplir dans tes études, ce n'est que le reflet de ta volonté de fer et ta détermination sans faille à vouloir accomplir tes nobles ambitions et donner un sens honorable à ta vie. Je n'ai jamais douté de ton potentiel, Bravo Sarra, Je te souhaite d'accomplir encore plus de belles choses et de n'être jamais rassasier du savoir, pourquoi pas devenir une savante. Ton oncle est trop fier de toi »

RESUME :

Le soleil est la source de chaleur la plus puissante et la plus naturelle qui puisse être transformée en source d'énergie. L'exploitation de ce type d'énergie dans le monde industriel est de plus en plus croissante; nous assistons à cet effet à la multiplication de différentes centrales solaires. Dans ce domaine, l'Algérie opte dans son programme de développement des énergies renouvelables pour la configuration hybride « Energies renouvelables-Énergies fossiles : ER-EF ». Ces systèmes hybrides ont prouvé leur efficacité économique et environnementale. Par conséquent, l'optimisation de ces systèmes devient cruciale. Dans le même contexte de protection de l'environnement, le concept des « meilleures techniques disponibles » est devenu très important dans tous les secteurs industriels du monde et leur utilisation est devenue une nécessité pour une production d'énergie plus propre, car elle fait partie d'une stratégie globale appelée IPPC "Prévention et contrôle intégrés de la pollution" qui entre dans le cadre de la directive européenne No. 96/61/CE. Dans notre étude, nous avons examiné la possibilité de transférer l'approche IPPC et analysé la mise en œuvre des MTD en Algérie et démontré que l'Algérie dispose d'une bonne base juridique pour importer cette approche. Nous avons commencé, en premier lieu par considérer l'hypothèse que l'utilisation d'une seule source d'énergie renouvelable n'est pas suffisante pour résoudre les problèmes environnementaux sans avoir un impact économique et d'où la nécessité d'adopter, en plus de ces énergies propres, de nouvelles techniques propres, à savoir les Meilleures Techniques Disponibles (MTD). Par conséquent, notre ambition est d'atteindre un niveau élevé de protection de l'environnement dans tous les secteurs industriels en général et dans le secteur de la production d'électricité en particulier grâce à l'utilisation de la combinaison ER-MTD (énergies renouvelables – Meilleures Techniques Disponibles). Mais Comme les MTD ne sont pas encore utilisées en Algérie, notre étude examinera leur mise en œuvre dans notre pays. Dans le cadre des travaux présentés dans cette thèse, nous allons proposer une méthode pour la définition des MTD et l'appliquer au secteur de la production d'énergie par système hybride solaire-gaz pour en extraire les MTD qui serviront de référence pour les futurs projets hybrides en Algérie. La performance de la centrale hybride Hassi R'mel sera considérée comme une étude de cas car il s'agit de la seule centrale de ce genre en Algérie.

***Mots clés :** Energies Renouvelables – MTD - Approche IPPC – Combinaison « ER-MTD »*

ABSTRACT

The sun is the most powerful and natural source of heat that can be transformed into a source of energy. The exploitation of this type of energy in the industrial world is becoming more and more increasing; we are witnessing to this effect and the multiplication of different solar power plants. In this area, Algeria opts in its renewable energy development programme for the hybrid Renewable Energy-Fossil Energy "RE-FE" configuration. These hybrid systems have proven their economic and environmental efficiency. As a result, optimizing these systems becomes crucial. In the same context of environmental protection, the concept of "Best Available Techniques" has become very important in all industrial sectors worldwide and their use has become a necessity for cleaner energy production, because it is part of a global strategy called IPPC "Integrated Pollution Prevention and Control" within the framework of EU Directive N°. 96/61/EC. In our previous study we investigated the possibility of transferring the IPPC approach and analyzed the implementation of BAT in Algeria and demonstrated that Algeria has a good legal basis for transferring such approach. In this paper, we start from the assumption that the use of a renewable energy source only is insufficient as a solution to environmental problems without having an economic impact and the need to adopt, in addition to these clean energies, new clean techniques hence the best available techniques (BAT). Therefore, our ambition is to achieve a high level of environmental protection in all industrial sectors in general and in the electricity generation sector in particular through the use of the RE-BAT (Renewable energy-BAT) combination. As BATs are not yet in use in Algeria, our study will look at their implementation in our country. As part of the work presented in this thesis, we will propose a method for the definition of BAT and apply it to the solar-gas hybrid power generation sector to extract BAT and list them in a reference document that will serve as a reference for future hybrid projects in Algeria. The performance of the Hassi R'mel hybrid power plant will be taken as a case study as it is the first and only power plant of its kind in Algeria.

ملخص

الشمس هي أقوى مصدر طبيعي للحرارة التي يمكن تحويلها إلى مصدر للطاقة. إن استغلال هذا النوع من الطاقة في العالم الصناعي أصبح في تزايد مستمر؛ ونحن نشهد لهذا الغرض تضاعف محطات الطاقة الشمسية المختلفة. وفي هذا المجال، تختار الجزائر في برنامجها لتطوير الطاقة المتجددة التشكيلة الهجينة "الطاقة المتجددة - الطاقة الأحفورية". وقد أثبتت هذه النظم المختلطة كفاءتها الاقتصادية والبيئية. ونتيجة لذلك، أصبح تحسين هذه النظم إلى أقصى حد أمراً حاسماً. وفي السياق نفسه لحماية البيئة، أصبح مفهوم "أفضل التقنيات المتاحة" بالغ الأهمية في جميع القطاعات الصناعية في جميع أنحاء العالم، وأصبح استخدامها ضرورة لإنتاج طاقة أنظف، لأنها جزء من استراتيجية عالمية تسمى "الوقاية المتكاملة من التلوث ومكافحته" في إطار توجيه الاتحاد الأوروبي رقم 96/61/EC وفي دراستنا السابقة، بحثنا إمكانية نقل نهج البرنامج، وحللنا تنفيذ هذا النهج في الجزائر وأثبتنا أن الجزائر لديها أساس قانوني جيد لنقل هذا النهج. في هذه الأطروحة، نبدأ من افتراض مفاده أن استخدام مصدر الطاقة المتجددة فقط غير كافٍ كحل للمشاكل البيئية من دون إحداث تأثير اقتصادي والحاجة إلى تبني تقنيات نظيفة جديدة، بالإضافة إلى هذه الطاقات النظيفة، وبالتالي أفضل التقنيات المتاحة.

لذا فإن طموحنا يتلخص في تحقيق مستوى عالٍ من الحماية البيئية في كافة القطاعات الصناعية بشكل عام وفي قطاع توليد الكهرباء بشكل خاص من خلال استخدام التشكيلة الهجينة للطاقة المتجددة. وبما أن أفضل التقنيات المتاحة لم تستخدم بعد في الجزائر، فإن دراستنا ستنظر في تنفيذها في بلدنا. وكجزء من العمل المعروف في هذه الأطروحة، سنقترح أسلوباً لتعريف أفضل التقنيات المتاحة ونطبقه على قطاع توليد الطاقة الهجين بالغاز والطاقة الشمسية لاستخراج هذه التكنولوجيا وإدراجها في وثيقة مرجعية ستكون مرجعاً للمشاريع الهجينة المقبلة في الجزائر. وسيؤخذ أداء محطة حاسي الرمل للطاقة الكهربائية الهجينة كدراسة حالة لأنها المحطة الأولى والوحيدة للطاقة الكهربائية من نوعها في الجزائر.

TABLE DES MATIERES

REMERCIEMENT.....	i
RESUME.....	iv
LISTE DES TABLEAUX	vi
LISTE DES FIGURES.....	ix
LISTE DES ABREVIATIONS.....	x
INTRODUCTION GENERALE.....	1
1 Objet et intérêt de l'étude.....	2
2 Hypothèses de recherche	3
3 Organisation de la thèse.....	4
CHAPITRE I: CONTEXTE ENERGETIQUE ET ETAT DE L'ART.....	6
I.1 Introduction.....	6
I.2 Contexte énergétique mondial	7
I.3 Contexte énergétique Européen	8
I.3.1 Réserves énergétiques des ressources fossiles en Europe.....	8
I.3.1.1 Gaz naturel.....	9
I.3.1.2 Pétrole.....	9
I.3.2 Production d'électricité	10
I.3.2.1 Production d'électricité par source d'énergie	10
I.3.3 Transition vers des sources d'énergie renouvelables	11
I.3.4 Croissance des énergies renouvelables	12
I.3.5 Emission du CO2	14
I.4 Contexte énergétique Algérien	15
I.4.1 Réserves énergétiques des ressources fossiles en Algérie.....	16
I.4.1.1 Gaz naturel.....	16

I.4.1.2 Pétrole.....	17
I.4.2 Energies renouvelables.....	17
I.4.2.1 Production et consommation de l'électricité par sources renouvelables ...	18
I.4.2.2 Programme national d'énergie renouvelable	18
I.4.2.3 Energie solaire thermique	22
I.4.3 Développement des capacités industrielles à base d'ER	25
I.4.3.1 Solaire thermique	25
I.4.4 Emissions de CO ₂	25
I. 5 Production d'électricité par systèmes hybrides (Etat de l'art).....	26
I.6 Conclusion	27
CHAPITRE II: APPROCHE IPPC ET MEILLEURES TECHNIQUES DISPONIBLES (MTD).....	28
II.1. Introduction	28
II.2. Approche intégrée de la prévention et le contrôle de la pollution (IPPC) : Système Européen	29
II.2.1 Champ d'application de la directive IED	29
II.2.2 Approche intégrée.....	30
II.2.3 Meilleures Techniques Disponibles (MTD).....	30
II.2.4 Flexibilité	31
II.2.5 Les inspections environnementales	32
II.2.6 La participation du public	33
II.3 Définition des MTD	33
II.3.1 Quel est le processus de détermination des Meilleures Techniques Disponibles?	35
II.4 BREF et conclusions sur les MTD (IED)	36
II.4.1 Le Processus de Séville : Le processus décisionnel de détermination des MTD	36
II.4.1.1 Objectifs du processus de Séville	36
II.4.1.2 Etapes du Processus de Séville	37
II.4.2 Généralités sur les BREF	38
II.4.3 Structure des « BREF ».....	39
II.4.4 Liste des BREF adoptés	40
II.5 Expérience du transfert de l'approche IPPC et l'introduction des MTD dans le monde et dans les pays méditerranéens	42
II.5.1 Dans le monde	42

II.5.2 Dans les pays méditerranéens (Projet BAT4MED)	43
II.6 Possibilité du transfert de l’approche IPPC et l’introduction des MTD en Algérie	44
II.6.1 Analyse de la politique environnementale en Algérie pour l’importation de l’approche IPPC	44
II.6.1.1 Elaboration d’un scénario de référence	45
II.7 Analyse du scénario de référence de l’Algérie et écarts par rapport au Système IPPC	61
II.7.1 Approche intégrée	61
II.7.2 Meilleures Techniques Disponibles (MTD)	62
II.7.2.1. Méthodologie proposée pour la sélection des MTD en Algérie	63
II.7.3 Flexibilité	64
II.7.4 Les inspections environnementales	65
II.7.5 Participation du public	66
II.8 Problématique liée à l’introduction des MTD en Algérie	67
II.9 Etat de l’art sur les MTD	69
II.10 Conclusion	70
CHAPITRE III: INTRODUCTION DES MTD DANS LE SECTEUR DE PRODUCTION D’ELECTRICITE PAR SYSTEME HYBRIDES SOLAIRE GAZ	72
III.1 Introduction	72
III.2 BREF concernés par le secteur de production d’électricité	73
III.2.1 « BREF » sur les Grandes Installations de Combustion « GIC »	73
III.2.1.1 Structure du document	74
III.2.1.2 Parties concernées par l’étude	74
III.2.2 « BREF » efficacité énergétique	75
III.2.2.1 Champ d'application du BREF	75
III.2.2.2 Structure et contenu du document	76
III.2.2.3 Parties concernées par l’étude	76
III.3 MTD utilisées dans la production d’électricité par systèmes hybrides	76
III.3.1 Conclusions générales sur les MTD	78
III.3.1.1 Systèmes de management environnemental	78
III.3.1.2 Surveillance	79
III.3.1.3 Performances environnementales générales et efficacité de la combustion	80

III.3.2	Conclusions sur les MTD pour la combustion de combustibles gazeux	82
III.3.2.1	Conclusions sur les MTD pour la combustion de gaz naturel	82
III.4	Outils disponibles pour la sélection et la validation des MTD et pour l'évaluation des performances des sites de production d'énergie.....	85
III.4.1.	Méthodes pour la sélection des MTD et l'évaluation des performances des industriels (état de l'art)	85
III.4.1.1.	Méthodes applicables au niveau d'un secteur industriel (échelles internationale et nationale).....	85
III.4.1.2.	Méthodes applicables au niveau d'une installation	86
III.5	Conclusion.....	87
CHAPITRE IV: EVALUATION DES PERFORMANCES ET COMPARAISON ENTRE UNE CENTRALE HYBRIDE (SOLAIRE-GAZ) ET UNE CENTRALE CONVENTIONNELLE (100%GAZ).....		88
IV.1	Introduction	89
IV.2	Présentation des centrales objets de l'étude	89
IV.2.1	Présentation de la centrale hybride de Hassi R'mel	89
IV.2.1.1	Situation et Emplacement	89
IV.2.1.2	Description de la centrale.....	89
IV.2.1.3	Description du procédé du cycle combiné intégré	91
IV.2.1.4	Description des principaux équipements de la centrale	93
IV.2.2	Présentation de la centrale de Ain Djasser	97
IV.2.2.1	Principaux équipements de la centrale de Ain Djasser	97
IV.2.2.2	Description technique de la centrale	98
IV.3	Evaluation des performances techniques et environnementales des deux centrales	98
IV.3.1.	Evaluation de la performance environnementale et technique de la centrale hybride SPPI de Hassi R'mel	99
IV.3.2.	Evaluation de la performance technique et environnementale de la centrale de Ain Djasser « Batna ».....	109
IV.4	Comparaison des résultats de l'évaluation des performances des deux centrales	116
IV.5	Recommandations.....	117
IV.6	Conclusion	117

CHAPITRE V: CONCEPTION ET APPLICATION D'UNE METHODE POUR LA DEFINITION DES MTD DANS LE SECTEUR DE PRODUCTION D'ELECTRICITE PAR ENERGIE SOLAIRE.....	118
V.1 Introduction	118
V.2 Conception d'une méthode pour la sélection des MTD dans les centrales électriques solaire-gaz qui s'adapte au contexte Algérien	119
V.2.1 Principe de la méthode	119
V.2.2 Etapes de la méthode	120
V.2.2.1. Attribution des scores pour les critères selon lesquels les technologies seront évaluées.....	121
V.2.2.2. Evaluation des techniques utilisées dans une centrale à miroirs cylindro-paraboliques.....	123
V.2.2.3. Calcul des indices d'efficacité... ..	123
V.2.2.4. Déduction des techniques qui peuvent être qualifiées de MTD.....	124
V.2.2.5. Élaboration des BREFs.....	124
V.2.2.6 Evaluation des performances des centrales électriques au sens des MTD....	124
V.3 Décomposition du champ solaire (miroirs cylindro-paraboliques).....	125
V.3.1 Capteurs solaires avec réflecteurs cylindriques.....	125
V.3.2 Le fluide caloporteur	126
V.4 Calcul des Indices d'efficacité IE des différentes technologies pour chaque partie du champ cylindro-parabolique	128
V.4.1 Les absorbeurs	128
V.4.2 Les réflecteurs	130
V.4.3 Fluide caloporteur (Heat Transfer Fluid)	131
V.4.4 Systèmes de stockage	133
V.4.5 Grille récapitulative des résultats	136
V.5 Evaluation de la performance de la centrale de Hassi R'mel au sud Algérien (parties solaire) par la méthode proposée	140
V.5.1 Calcul des indices d'efficacité	140
V.5.1.1. Absorbeurs.....	140
V.5.1.2. Réflecteurs.....	141
V.5.1.3. Le fluide caloporteur « HTF ».....	141
V.5.1.4. Système de stockage.....	141

V.6 Evaluation de la performance globale de la centrale SPPI par la méthode proposée	142
V.7 Discussion des résultats	142
V.8 Conclusions et recommandations	144
CONCLUSION GENERALE	145
BIBLIOGRAPHIE	149
ANNEXES	163
<i>Annexe 1 : Questionnaire relatif au « SGER » de la Centrale SPPI de Hassi R'mel</i>	163
<i>Annexe 2 : Questionnaire relatif au « SGER » de la Centrale de Ain Djasser-Batna</i>	204

LISTE DES TABLEAUX

Tableau I.1	: Production d'électricité par type de source d'énergie en Europe	10
Tableau I.2	: Production d'électricité par source d'énergie renouvelable en Europe	14
Tableau I.3	: Programme de développement des énergies renouvelables	21
Tableau I.4.	: Programme de développement des CSP par site sur la période 2015-2021	24
Tableau II.1.	: Liste des 12 considérations de la directive IPPC (Annexe IV de la directive)	35
Tableau II.2	: Contenu des « BREF » par chapitre	40
Tableau II.3	: BREF Officiels de l'Union Européenne	41
Tableau II.4	: Conventions et accords internationaux sur l'environnement	48
Tableau II.5	: Textes réglementaires régissant la protection de l'atmosphère	49
Tableau II.6	: Décrets et articles pertinents des textes réglementaires régissant la protection de l'atmosphère.	50
Tableau II.7	: valeurs limites des rejets atmosphériques	50
Tableau II.8	: Décrets pertinents des textes réglementaires régissant les substances dangereuses, radioactives et explosives	51
Tableau II.9	: Décrets et articles pertinents des textes réglementaires régissant les substances dangereuses, radioactives et explosives	51
Tableau II.10	: textes règlementaires régissant les installations classées	52
Tableau II.11	: Lois et décrets pertinents des textes règlementaires régissant les déchets.	52
Tableau II.12	: Articles pertinents des textes règlementaires régissant les déchets	53
Tableau II.13	: Textes règlementaires régissant la protection de l'eau	54
Tableau II.14	: Les valeurs limites des paramètres de rejets d'effluents liquides industriels	54
Tableau II.15	: Valeurs limites des émissions du bruit selon le décret 93-184	55
Tableau II.16	: textes et articles règlementaires régissant les contrôles périodiques environnementaux.	56

Tableau II.17	: Textes et articles régissant les sanctions relatives à la protection de l'environnement.	58
Tableau II.18	: Comparaison entre le système IPPC et la politique environnementale algérienne	67
Tableau III.1	: Parties du document concernées par les systèmes hybrides solaire-gaz	74
Tableau III.2	: Parties du BREF EE concernées par notre étude	76
Tableau III.3	: Principaux paramètres de procédé pertinents pour les émissions dans l'air et dans l'eau.	79
Tableau III.4	: Fréquence minimale de surveillance des rejets dans l'eau	80
Tableau III.5	: Niveaux d'efficacité énergétique associés à la MTD (NEEA-MTD) pour la combustion de gaz naturel	82
Tableau III.6	: Techniques utilisées pour réduire les émissions atmosphériques de NOx dues à la combustion de gaz naturel.	83
Tableau III.7	: Niveaux d'émission associés à la MTD (NEA-MTD) pour les émissions atmosphériques de NOX pour les CCGT	84
Tableau III.8	: Niveaux d'émission associés à la MTD (NEA-MTD) pour les émissions atmosphériques de NOX résultant de la combustion de gaz naturel dans des chaudières et des moteurs	85
Tableau IV.1	: Niveaux de maîtrise des technologies et des systèmes de gestion par rapport aux performances des MTD	100
Tableau IV.2	: Niveaux de performance MTD d'une installation	101
Tableau IV.3	: Extrait de la grille d'évaluation du SGER de la centrale de Hassi R'mel	102
Tableau IV.4	: Nombre de mesures par catégorie et par niveau de maîtrise	103
Tableau IV.5	: Le pourcentage des mesures de prévention du SGER pour chaque niveau de maîtrise	105
Tableau IV.6	: Taux de conformité du SGER par catégorie	106
Tableau IV.7	: Recensement des mesures du « SGER » de la centrale de Hassi R'mel non compatibles aux prescriptions de la réglementation et des « BREF »	108
Tableau IV.8	: Extrait de la grille d'évaluation du SGER de la centrale de Ain Djasser	111
Tableau IV.9	: Nombre de mesures par catégorie et par niveau de maîtrise pour la centrale de Ain Djasser.	112
Tableau IV.10	: Le pourcentage des mesures de prévention du SGER pour chaque niveau de maîtrise pour la centrale de Ain Djasser	113
Tableau IV.11	: Taux de conformité du SGER par catégorie (Centrale de Ain Djasser)	114
Tableau V.1	: Scores attribués aux critères d'évaluation	122
Tableau V.2	: Exemple de la grille d'évaluation des techniques utilisées	123
Tableau V.3	: Scores attribués aux techniques d'absorbeurs solaires	128
Tableau V.4	: Résultats du calcul des IE	129
Tableau V.5	: Scores attribués aux technologies des miroirs cylindro-paraboliques	130

Tableau V.6	: Résultats du calcul des IE pour les réflecteurs cylindro-paraboliques	131
Tableau V.7	: Scores attribués aux HTF	132
Tableau V.8	: Indices d'efficacité IE pour les HTF	132
Tableau V.9	: Scores attribués aux systèmes de stockage	134
Tableau V.10	: IE des matériaux utilisés pour les systèmes de stockage thermique	134
Tableau V.11	: Grille récapitulative des résultats	139

LISTE DES FIGURES

Figure I.1	: Éléments clés du processus de transformation de la chaleur du soleil en électricité par voie thermodynamique	23
Figure II.1	: Les cinq principes du système IPPC	30
Figure II.2	: Étapes du processus de Séville lors de la révision d'un BREF, adapté de commission Européenne (2012)	37
Figure II.3	: Étapes de l'analyse de la politique environnementale en Algérie	45
Figure II.4	: Étapes de la méthodologie pour la sélection des MTD en Algérie	64
Figure IV.1	: Emplacement de la centrale	89
Figure IV.2	: Schéma simplifié d'une centrale thermo-solaire avec cycle combiné intégré	90
Figure IV.3	: Schéma de la chaudière HRSG	93
Figure IV.4	: Représentation du nombre de mesures par catégorie et par niveau de maîtrise pour la centrale de Hassi R'mel	104
Figure IV.5	: Répartition des mesures de prévention par niveau de maîtrise pour la centrale de Hassi R'mel	105
Figure IV.6	: Représentation du taux de conformité du SGER par catégorie pour la centrale de Hassi R'mel	106
Figure IV.7	: Représentation du nombre de mesures par catégorie et par niveau de maîtrise pour la centrale d'Ain Djasser	113
Figure IV.8	: Répartition des mesures de prévention par niveau de maîtrise (Centrale de Ain Djasser)	114
Figure IV.9	: Représentation du taux de conformité du SGER par catégorie pour la centrale de Ain Djasser	115
Figure V.1	: Étapes de la méthode proposée	121
Figure V.2	: Schéma d'une boucle complète	126
Figure V.3	: Schéma de principe de fonctionnement des miroirs cylindro-parabolique	126
Figure V.4	: Combinaison du stockage et de l'hybridation dans une centrale thermodynamique	127
Figure V.5	: Indices d'Efficacité pour les techniques des absorbeurs solaires	129
Figure V.6	: Indices d'Efficacité pour les techniques des réflecteurs solaires	131
Figure V.7	: Indices d'efficacité des HTF	133
Figure V.8	: Indices d'efficacité des systèmes de stockage	135
Figure V.9	: Indices d'efficacité des technologies utilisées dans le champ solaire de la centrale SPPI	141

LISTE DES ABREVIATIONS

BATEPL	: Best Available Techniques Emission Level
BAT4MED	: Best Available Techniques For Mediterranean Countries
BREF	: Best Available Techniques REFERENCE Document
CC	: Cycle Combiné
CCGT	: Combined Cycle Gas Turbine
CCP	: Capteurs Cylindro-Paraboliques
CCPP	: Combined Cycle Power Plant
CE	: Commission Européenne
CNTPP	: Centre National des Technologies Plus Propres
DBO5	: Demande Biochimique en Oxygène pendant 5 jours
dB	: décibel (unité de mesure du bruit)
DCO	: Demande Chimique en Oxygène
DE	: Décret exécutif
EE	: Efficacité Energétique
EIE	: Etude d'impacts sur l'environnement
EIPPCB	: European Integrated Pollution Prevention and Control Bureau
EN	: Normes Européennes
ENP	: European Neighbour Partners
ER	: Energie Renouvelables
GIC	: Grandes Installations de Combustion
GTT	: Groupe de Travail Technique
HRSG	: Heat Recovery Steam Generator
HTF	: Heat Transfer Fluid
Hz	: Hertz
IPPC	: Integrated Pollution Prevention and Control
IE	: Indice d'Efficacité
IED	: Industrial Emission Directive
IGCC	: Integrated Gasification Combined cycle
ISCC	: Integrated Solar Combined Cycle
ISO	: International Standardization Organization
J.O.R.A	: Journal Officiel de la République Algérienne
Kv	: Kilo-Volt
KWh	: Kilo-Watt heure
L-BAT	: Local-Best Available Techniques
LCP	: Large Combustion Plants
MES	: Matières en Suspension
MTD	: Meilleure Technique Disponible
NEA-MTD	: Niveau d'émission Associé aux Meilleures Techniques

	Disponibles
NEEA-MTD	: Niveau D'Efficacité Energétique Associés aux MTD
PMP	: Pays Méditerranéens Partenaires
POPs	: Polluants Organiques Persistants
PTA	: Planta de Tratamiento de Agua (installation de traitement d'eau)
PTE	: Planta de Tratamiento de Effluentes (Installation de traitement d'effluents)
SCR	: Selective Catalytic Reduction
SGER	: Système de Gestion de l'Environnement et des Risques
SiC	: Carbure de Silicium
SME	: Système de Management Environnemental
SNCR	: Selective Non- Catalytic Reduction
SPPI	: Solar power Plant I
TAG	: Turbine A Gaz
TAV	: Turbine A Vapeur
TCG	: Taux de Conformité Globale
TWG	: Technical Working Group
UE	: Union Européenne
VLE	: Valeur Limit d'Emission

INTRODUCTION GENERALE

De toute activité industrielle, mettant en œuvre des sources d'énergie conventionnelles (énergies fossiles), résultent des effets négatifs sur l'environnement. Ce phénomène est devenu, ces dernières années, un enjeu majeur pour les industriels. Pour cette raison, la recherche de nouvelles sources d'énergie plus propres et renouvelables est devenue plus que nécessaire.

L'exploitation croissante de ce type d'énergie dans le monde est apparente. On remarque, à titre d'exemple, la dispersion de différentes centrales électriques à base d'énergies renouvelables. Dans ce domaine, l'Algérie opte dans son programme de développement des énergies renouvelables pour la configuration hybride ER-énergie fossile. Ces systèmes hybrides

ont prouvé leur efficacité économique et environnementale. De ce fait, l'optimisation de ces systèmes est importante.

Dans le même contexte, l'Europe impose dès 1996 la directive européenne n°96/61/CE, dite IPPC (Integrated Pollution Prevention and Control) (CE, 1996) qui définit des principes à respecter pour les installations concernées par la pollution dont l'approche intégrée des impacts environnementaux et l'utilisation de meilleures techniques disponibles (MTD).

Le concept de « Meilleures Techniques Disponibles » est devenu très important dans tous les secteurs d'activités industrielles dans le monde et leur utilisation est devenue une nécessité pour une production d'énergie plus propre, car il entre dans une stratégie globale dite : IPPC « Integrated Pollution Prevention and Control -prévention et contrôle intégrés de la pollution » dans le cadre de la norme européenne IPPC (CE, 1996).

1. Objet et intérêt de l'étude

Dans notre recherche, nous nous sommes intéressés à la possibilité de transfert de l'approche intégrée IPPC et à l'analyse de la mise en œuvre des MTD en Algérie. Nous avons ainsi démontré que l'Algérie possède une bonne base juridique pour le transfert d'une telle approche, mais les questions qui se posent sont les suivantes : comment pourrions-nous réussir ce transfert ? par où commencer ? Et quels seront les moyens à utiliser ?

Dans le cadre de cette thèse, nous partons de l'insuffisance de l'utilisation d'une source d'énergie renouvelable, comme solution aux problèmes environnementaux sans effets sur le plan économique et de la nécessité d'adopter, en plus de ces énergies propres, de nouvelles techniques propres d'où les Meilleures Techniques Disponibles (MTD).

Pour faciliter l'utilisation de ces MTD, beaucoup de pays comme l'UE ainsi que la Tunisie, le Maroc et l'Egypte ont fait les études nécessaires (Daddi et al.,2013) pour la mise en œuvre de ces techniques et ont répertorié ces dernières dans des documents de références dits BREF (Best available techniques REFerence) pour soutenir les industriels dans leur recours aux MTD et faciliter l'évaluation des performances de ces activités par les autorités compétentes.

De ce fait, notre ambition est d'obtenir un niveau élevé de protection de l'environnement dans tous les secteurs industriels en général et dans le secteur de production d'électricité en particulier par l'utilisation de la combinaison ER-MTD.

Comme les MTD ne sont pas encore utilisées en Algérie, notre étude consistera à étudier leur mise en œuvre dans notre pays. Nous allons, dans le cadre des travaux menés dans cette thèse, proposer une méthode pour la définition des MTD et l'appliquer au secteur de production d'électricité par systèmes hybrides solaire-gaz pour extraire les MTD de ce secteur et les répertorier dans un document de référence qui va servir comme référence pour les futurs projets hybrides dans notre pays.

L'énergie solaire est disponible en Algérie ; cependant, sa compétitivité nécessite une plus grande confiance de la part des entreprises et des institutions publiques afin de favoriser l'implémentation de ce type de systèmes et de pousser à une diminution des coûts par les économies d'échelle.

Pour cela, l'hybridation des centrales solaires et la taille du stockage d'énergie thermique sont des options qui permettent de minimiser le coût du kWh fourni et d'atteindre un tarif compétitif par rapport aux moyens conventionnels de production. Ce sont des fonctions critiques pour l'insertion de l'énergie électrique dans le réseau local (**Takilalte, 2014**). C'est ce qui nous a motivé pour choisir ce type de centrale pour l'introduction des MTD.

La performance de la centrale hybride de Hassi R'mel sera prise comme étude de cas vu que c'est la première et l'unique centrale de ce genre en Algérie.

Le but étant d'encourager les autorités à multiplier ce genre de centrales du fait de leur efficience sur tous les plans (économique, technique et environnemental) qui a été déjà étudiée.

2. Hypothèses de recherche

Les hypothèses de recherche de notre étude sont les suivantes :

1- En plus d'être une solution prometteuse pour le cas de l'Algérie sur tous les plans, les systèmes hybrides solaire-gaz pour la production d'électricité présentent l'un des secteurs clé pour l'introduction des MTD et un bon départ pour la mise en œuvre de ces MTD en Algérie.

2- L'élaboration des documents de références sur des MTD adaptées au cas de l'industrie algérienne et l'adoption d'une approche intégrée présentent un élément important pour aller vers une production d'énergie plus propre.

3- L'utilisation des Meilleures Techniques Disponible dans une centrale conventionnelle pourrait être équivalente à l'utilisation d'une source d'énergie propre en matière de l'efficacité technique et environnementale.

4- L'utilisation des méthodes plus adaptées au contexte industriel et énergétique algérien sera très efficace en matière d'évaluation des performances des centrales algériennes.

3. Organisation de la thèse

Après une introduction générale dans laquelle nous avons exposé le contexte général et l'objet de notre travail de recherche ainsi que les hypothèses de recherche que nous allons vérifier tout au long de ce manuscrit. Notre thèse s'articule autour des chapitres suivants :

Chapitre I : *Contexte énergétique et état de l'art*, dans lequel nous allons discuter les contextes énergétiques au niveau mondial, européen et algérien. Le secteur de production de l'énergie par sources renouvelables est aussi traité dans ce chapitre. Nous allons ainsi discuter le développement des capacités industrielles à base des ER en Algérie surtout pour le solaire thermique.

Chapitre II : *Approche IPPC et Meilleures Techniques Disponibles (MTD)*. Dans ce deuxième chapitre, nous allons introduire le concept de l'approche européenne IPPC ainsi que les Meilleures Techniques Disponibles « MTD ». Différentes expériences du transfert de l'approche IPPC dans le monde sont exposées dans le cadre de ce chapitre afin d'aboutir à un scénario de référence dans le but d'étudier la possibilité de son transfert en Algérie.

Chapitre III : dans lequel nous allons traiter l'introduction des MTD dans le secteur de production d'électricité par système hybrides « solaire-gaz » ainsi qu'une présentation des outils disponibles pour la sélection et la validation des MTD et pour l'évaluation des performances des sites de production d'énergie.

Chapitre IV : dans ce chapitre, nous allons procéder à une évaluation et une comparaison des performances techniques et environnementales de deux centrales (la centrale hybride solaire-gaz de Hassi R'mel « Laghouat » et la centrale conventionnelle de Ain Djasser « Batna ») en matière de Meilleures Techniques Disponibles « MTD », en utilisant la méthode L-BAT.

Chapitre V : Ce dernier chapitre expose la conception d'une méthode pour la définition des MTD dans le secteur de production d'électricité par énergie solaire ainsi que son application pour l'évaluation de la performance de la partie solaire de la centrale algérienne hybride solaire-gaz de Hassi R'mel.

Nous Clôturons notre thèse par une conclusion générale, dans laquelle nous exposerons tous les résultats et conclusions de notre étude, ainsi que notre contributions, perspectives et les limites de notre travail.

CHAPITRE I

CONTEXTE ENERGETIQUE

ET ETAT DE L'ART

I.1. Introduction

L'énergie est un facteur essentiel du développement des sociétés. Il parait donc difficile de dissocier le système énergétique d'une société de son mode de développement économique et de ses réalités sociales (**Benalouache, 2017**).

La production industrielle, le transport, le chauffage des bâtiments, l'utilisation d'appareils électriques divers, et bien d'autres activités économiques sont consommatrices de beaucoup d'énergie. L'efficacité énergétique, la dépendance énergétique, la sécurité énergétique et le prix de l'énergie y sont des préoccupations majeures pour tous les pays du monde.

La demande énergétique mondiale continue d'augmenter. Les prix des énergies fossiles sont instables et incertains. La libéralisation du marché électrique et une conscience environnementale des acteurs mondiaux sont des leviers au développement des énergies renouvelables. Ces dernières se développent à un rythme rapide dans le monde. Elles ont atteint une maturité technique qui leur permet de devenir un segment important de l'industrie de l'énergie. Leur insertion dans le mix énergétique pose de nouveaux défis par rapport aux sources d'énergie traditionnelles (**Mohamed Mladjao, 2016**).

I.2. Contexte énergétique mondial

La croissance des marchés de l'énergie a ralenti en 2019, parallèlement à une croissance économique plus faible et à l'élimination partielle de certains des facteurs ponctuels qui ont stimulé la demande d'énergie en 2018 (**BP, 2020**).

Selon le "BP statistical review of world energy" (**BP, 2020**), Ce ralentissement a été particulièrement évident aux États-Unis, en Russie et en Inde, chacune affichant une croissance exceptionnellement forte en 2018.

La Chine a fait exception, avec une accélération de sa consommation d'énergie en 2019 (**BP, 2020**). Par conséquent, la Chine a dominé l'expansion des marchés mondiaux de l'énergie, contribuant la plus forte augmentation de la demande pour chaque source d'énergie autre que le gaz naturel, où elle n'a été surpassée que de peu par les États-Unis.

En 2020, le secteur d'électricité global a été grandement touché par la crise du Covid-19. La demande et la consommation d'électricité ont diminué significativement à cause des mesures de confinement adoptées par tous les pays du monde avec la fermeture des frontières.

Après une valeur de 27004.7 TWh en 2019 (**BP, 2020**), la production nette d'électricité a été estimée de 747.2 TWh en avril 2020 (**IEA, 2021**), ce qui représente la plus basse valeur enregistrée depuis Janvier 2010.

La production renouvelable n'a pas cessé d'augmenter en 2020 avec une valeur de 3.269TWh, soit 31.6% de la production total dans les pays de l'OCDE (**IEA, 2021**).

Au niveau mondial la production d'énergie par source renouvelable a atteint 2805.5 TWh en 2019 après qu'elle a été de 2468.0 TWh en 2018 (**BP, 2020**).

L'éolien domine le marché de production renouvelable par 1429.6 TWh et un taux de croissance annuel de 12.6% en 2019 (**BP, 2020**). Le solaire vient en deuxième position (724.1 TWh en 2019) mais avec un taux de croissance annuel plus élevé (24.3%) (**BP, 2020**). 651.8 TWh d'énergie dans le monde a été produite par les autres types d'énergies renouvelables en 2019 soit une croissance annuelle de 6 % (**BP, 2020**).

La notion de transition énergétique recouvre suivant les régions des objectifs différents : si en Europe il s'agit de réduire drastiquement les émissions de CO₂, aux Etats-Unis la transition se limite pour beaucoup à remplacer le charbon par le gaz dans la production d'électricité, alors que dans les pays en développement la priorité est donnée à l'accès à une énergie moderne rapidement disponible et à bas coûts pour satisfaire les besoins de base d'une population croissante (**Appert, 2021**).

Cette dernière décennie a connu l'émergence des questions environnementales qui prennent aujourd'hui une grande place dans les programmes nationaux et internationaux de production d'énergie. Les émissions des gaz à effet de serre présentent la cause principale de la dégradation de la qualité de l'air et le réchauffement climatique. Les émissions de CO₂ dans l'air connaissent une hausse annuelle continue depuis 2009. Après 29745.2 millions de tonnes de CO₂ enregistrés en 2009, en 2018, 34007.9 millions de tonnes et en 2019 une quantité de 34169.0 millions de tonnes de CO₂ ont été enregistrés dans l'air (**BP, 2020**).

I.3. Contexte énergétique Européen

Les pays européens consomment moins d'énergie qu'il y a dix ans, principalement en raison d'une efficacité énergétique accrue (**AEE, 2017**).

Les combustibles fossiles présentent la source d'énergie principale et dominante en Europe. En revanche ; cette dépendance en énergies fossiles a diminué ces dernières années grâce à l'utilisation des énergies renouvelables ainsi qu'à l'adoption des politiques d'économie d'énergie.

La consommation de l'énergie primaire a reculé de - 1.1 % * en 2019, soit 83.82 Exajoules (**BP, 2020**). La part de l'Europe dans la consommation mondiale de l'énergie primaire est de 14.4% (**BP, 2020**).

I.3.1. Réserves énergétiques des ressources fossiles en Europe

La situation de dépendance énergétique en Europe est principalement basée sur les sources d'énergie fossiles.

L'UE importe 53% de l'énergie qu'elle consomme. La dépendance vis-à-vis des importations d'énergie est liée au pétrole (près de 90%), au gaz naturel (66%) et dans une moindre mesure aux combustibles solides (42%) et aux combustibles nucléaires (40%) (**Ristori, 2015**).

Selon les statistiques de BP (**BP, 2020**), la consommation d'énergie primaire en Europe a atteint 83.32 Exajoules en 2019 soit un taux de croissance annuel de « -1.1% » et une part mondiale de 14.4%.

I.3.1.1. Gaz naturel

Le gaz naturel a perdu du terrain, en raison d'une combinaison de facteurs. Ces facteurs incluaient notamment les progrès rapides de la production d'électricité renouvelable et la récession économique de 2008, qui a réduit la demande générale d'électricité. La hausse des prix du gaz naturel, provoquée par l'indexation des prix du gaz sur ceux du pétrole, et le faible prix du carbone, dû à l'excédent des quotas d'émission sur le marché, ont également joué un rôle (**AEE, 2017**).

Les réserves en gaz naturel en Europe ont été estimées de 3.4 mille milliards (billion) m³ (**BP, 2020**) en 2019 soit une part mondiale de 1.7 % dont 0.8% provenant du Norvège (**BP, 2020**). Ces réserves ont connu une baisse par rapport à l'année 1999 où il a été enregistré 5.6 milles milliards m³ (**BP, 2020**) des réserves en gaz naturel.

En matière de production, l'Europe a produit 235.9 milliards m³ de gaz naturel en 2019 (**BP, 2020**) avec un recul de 6.1% par rapport aux années 2018 avec 251.2 milliards m³ et 2017 avec 262.8 milliards m³ de gaz naturel enregistrées selon le rapport de BP (**BP, 2020**). L'Europe participe par 5.9% dans la production mondiale du gaz naturel (**BP, 2020**).

D'un autre côté, sa consommation en gaz naturel a connu une hausse de 1.1% en 2019 avec 554.1 milliards de m³ soit 14.1% de la consommation mondiale en gaz naturel (**BP, 2020**).

On peut bien remarquer que la consommation excède beaucoup la production du gaz naturel en Europe ce qui a incité les pays européens à mettre les programmes et fixer les objectifs pour la transition énergétique discutés précédemment.

I.3.1.2. Pétrole

A la fin de l'année 2019, une baisse remarquable des réserves européennes en pétrole a été enregistrée avec 14.4 milliards de barils par rapport à l'année 1999 où 20.7 milliards de barils (**BP, 2020**) ont été estimés cette année-là.

La production du pétrole en Europe a connu également une baisse de 3.4% en 2019 soit 3413 milliers de barils/ jour et une part mondiale de 3.6% (BP, 2020). Quant à sa consommation, on peut remarquer une légère baisse (0.3%) en 2019 selon la même source avec 14896 milliers de barils/jour donnant une part mondiale de 15.2% (BP, 2020).

I.3.2. Production d'électricité

La production d'électricité, en Europe, a reculée en 2019 car elle a été estimée de 3993.3 TWh en 2019 (BP, 2020) (soit une part de 14.8% de la production mondiale), alors qu'elle a atteint les 4067.2 TWh en 2018, 4062.2 TWh en 2017 et 4023.1 TWh en 2016 (BP, 2020). Cette valeur, comme dans le cas au niveau mondial, représente la valeur la plus basse depuis l'an 2010.

La plus grande part appartient à l'Allemagne avec 2.3% de la production d'électricité en Europe soit 612.4 TWh, suivie par la France une part de 2.1% et une production de 555.4 TWh toujours en 2019 (selon les statistiques publiées par BP) (BP, 2020).

La Hongrie est le pays Européen avec la plus basse production d'électricité avec 33.9TWh en 2019 (BP, 2020) soit une part de 0.1 % de la production européenne de l'électricité.

I.3.2.1. Production d'électricité par source d'énergie

Comme mentionner précédemment, chaque pays européen possède ses propres spécificités concernant l'utilisation des différentes sources d'énergie que ce soit énergie fossile ou renouvelable. Après une revue de la littérature sur le sujet, nous avons trouvé une très grande variété dans les parts des sources d'énergie qui contribue dans la production d'électricité dans chaque pays en Europe.

Pour cette raison, nous avons essayé de collecter les statistiques de la production d'électricité par type de source d'énergie en Europe en général sans entrer dans les détails des pays et faire une comparaison entre l'année 2018 et 2019.

Tout cela est résumé dans le tableau suivant:

Tableau I.1. Production d'électricité par type de source d'énergie en Europe (2018-2019) (BP, 2020)

Energie Année	Pétrole	Gaz Naturel	Charbon	Energie nucléaire	Hydroélectricité	Energies renouvelables	Autres
2018	56.1	729.9	856.6	935.8	645.3	756.3	87.1
2019	51.8	768.1	698.6	928.5	632.5	836.6	77.2

En Europe et après observation du tableau, nous constatons une légère diminution de la production entre 2018 et 2019 pour le pétrole, le charbon, l'énergie nucléaire, l'hydroélectricité et autres. Cependant, on remarque une petite hausse de production par gaz naturel mais aussi une grande hausse pour les énergies renouvelables de 756.3 TWh à 836.6 TWh.

I.3.3. Transition vers des sources d'énergie renouvelables

La transition énergétique actuelle en Europe, d'une production d'énergie principalement fondée sur les combustibles fossiles à une production basée sur des sources d'énergie renouvelables, a été assurée par la substitution du charbon et du pétrole par des sources d'énergie plus propres, bien que cette substitution avait pour but la réduction des émissions de gaz à effet de serre.

Durant la décennie 2005-2015, la part des énergies renouvelables dans la consommation énergétique de l'UE a presque doublé, passant de 9 % à près de 17 % (**AEE, 2017**). La production d'électricité par énergies renouvelables a été plus élevée par rapport à la production par énergies fossiles pour deux années consécutives illustrant le développement dynamique du secteur des énergies renouvelables en Europe (**IEA, 2021**), ainsi qu'une diminution de la part du charbon dans le mix de l'électricité avec 3.9% en 2019, soit un taux de « -10.5% » (**BP, 2020**) enregistré dans la même année.

Dans tous les États membres de l'UE, la consommation d'énergies renouvelables a augmenté.

Selon un rapport de l'agence européenne pour l'environnement (**AEE, 2017**), 11 États membres ont déjà atteint ou dépassé leur objectif pour 2020, établi dans le cadre de la Directive relative à l'énergie renouvelable de l'UE (**PE, 2018**).

La Suède obtient de loin les meilleurs résultats, 53,9 % de sa consommation finale brute d'énergie provenant de sources renouvelables en 2015. La Finlande (39,3 %) arrive en deuxième position, suivie de la Lettonie, de l'Autriche et du Danemark (**AEE, 2017**).

Chaque état membre de l'UE a ses propres spécificités en matière de sources d'énergie renouvelables. L'Estonie, par exemple, dépend presque entièrement de la biomasse solide, tandis qu'en Irlande plus de la moitié de la production primaire d'énergie renouvelable vient de l'énergie éolienne. En Grèce, la consommation d'énergie renouvelable provient de sources plus variées, dont la biomasse, puis l'énergie hydro-électrique, éolienne et solaire (**AEE, 2017**).

I.3.4. Croissance des énergies renouvelables

Depuis 2005, les énergies renouvelables ont connu une croissance rapide, prenant au dépourvu de nombreux acteurs du marché. Cette croissance peut être attribuée aux politiques de soutien aux énergies renouvelables, au niveau national et européen, ainsi qu'à la réduction significative des coûts des technologies des énergies renouvelables, et notamment des énergies éolienne et solaire photovoltaïque, durant ces dernières années (**AEE, 2017**).

En ce qui concerne la production, les énergies renouvelables représentaient 77 % des nouvelles capacités de production électrique dans l'UE en 2015 (**AEE, 2017**).

Selon les dernières données de BP (**BP, 2020**), en termes de consommation finale brute d'énergie, la proportion d'énergie provenant de sources renouvelables est passée de 3.01 Exajoules en 2009 à près de 8.18 Exajoules en 2019 soit un taux de croissance de 9.2% et une part mondiale de 28.2% .

C'est l'un des indicateurs clés de la stratégie Europe 2020, qui fixe un objectif de 20 % pour la part des sources renouvelables dans la consommation finale brute d'énergie à cette date.

Donc, on peut dire que l'Union Européenne a pu atteindre ces objectifs, car en 2019 la part des énergies renouvelables était de 19.7% selon les statistiques publiées par Eurostat (**Actu, 2020**)

Les institutions de l'UE examinent actuellement une proposition qui fixerait à 27 % au moins l'objectif 2030 de l'UE, car les énergies renouvelables devraient jouer un rôle encore plus important en aidant l'Europe à répondre à ses besoins énergétiques futurs (**AEE, 2017**).

Au niveau national et selon les statistiques publiées par Eurostat (**Eurostat, 2020**) qui montrent que la France a atteint 17,2 % de renouvelables. Elle se situe à 5,8 points de son objectif national de 23 % en 2020.

Plus globalement, quatorze États membres ont déjà dépassé leurs objectifs nationaux pour 2020 et six pays en sont proches (**Actu, 2020**).

Avec plus de la moitié de l'énergie produite à partir de sources renouvelables dans sa consommation finale brute d'énergie, la Suède (56,4 %) a la part la plus élevée parmi les États membres de l'UE. Elle est suivie de la Finlande (43,1 %), de la Lettonie (41,0 %), du Danemark (37,2 %) et de l'Autriche (33,6 %). À l'inverse, les plus faibles proportions d'énergies

renouvelables sont enregistrées au Luxembourg (7 %), à Malte (8,5 %), aux Pays-Bas (8,8 %) et en Belgique (9,9 %) (**Eurostat, 2020**).

A l'échelle Européenne et en matière de consommation des énergies renouvelables dans les pays de européens en 2019, l'Allemagne prend la première position avec 2.12 Exajoules (**BP, 2020**), soit une part de 7.3% de la consommation européenne. Suivie du Royaume - Uni avec 1.08 Exajoules (**BP, 2020**) soit une part de 3.7%. En dernière position vient la suisse avec 0.04 Exajoules (**BP, 2020**) soit une part minime de 0.2%.

Cependant, si on parle du taux de croissance, on remarque que l'Ukraine possède le taux le plus élevé en Europe « 92.4% », bien que sa consommation soit minime soit 0.05 Exajoule en 2019 selon le BP (**BP, 2020**), mais il y a une hausse par rapport aux années 2009, 2010 et 2011 où elle avait une consommation des ER de moins de 0.005 Exajoules.

Si on parle maintenant de la production d'électricité par sources d'énergie renouvelables, elle a été estimée de 836.6 TWh en 2019 soit un taux de croissance de 10.6% et une part de 29.8 % (**BP, 2020**). L'Allemagne et selon la même source, occupe toujours la première position avec 224.1TWh* d'électricité produite par des ER soit une part de 8% à l'échelle européenne et un taux de croissance de 8.4% (**BP, 2020**). En deuxième position le Royaume Uni avec 113.4 TWh d'électricité produite par ER soit une part de 4% et un taux de croissance de 8.5% (**BP, 2020**).

Les sources d'énergie renouvelables dominantes en Europe sont : le vent (461.6 TWh d'électricité produite par l'éolien en 2019) et le solaire (154.7 TWh à partir du solaire en 2019). 220.3 TWh a été produite par d'autres sources renouvelables (**BP, 2020**).

Le taux de croissance total de la production d'électricité par source d'énergie renouvelables a été estimé de 10.6% en Europe (**BP, 2020**).

La production d'électricité par sources d'énergie renouvelables a connu une hausse par rapport à l'année 2018. On remarque, selon les chiffres publiés par le BP (**BP, 2020**), que cette augmentation est observée pour tous les types d'énergie à savoir : le solaire, l'éolien et autres. Le tableau suivant présente une comparaison entre la production d'électricité par source d'ER pour les années 2018 et 2019.

Tableau I.2. Production d'électricité par source d'énergie renouvelable en Europe (2018-2019)
D'après (BP, 2020).

Année	2018			2019		
Energie	Eolien	solaire	Autres	Eolien	Solaire	Autres
Production en TWh	402.8	138.6	215	461.6	154.7	220.3
Total	756.3			836.6		

Comme le montre le tableau I.2, chaque type d'énergie renouvelable, en Europe, connaît une augmentation en matière de production d'électricité. L'éolien a connu une hausse de 14.6% et le solaire de 11.6%.

La grande part du solaire en Europe appartient à l'Allemagne avec 47.5TWh en 2019, en deuxième position vient l'Italie avec 24.3TWh. Pour l'éolien, l'Allemagne occupe toujours la première position avec 126 TWh suivi par le Royaume-Uni avec 64.1 TWh en 2019.

I.3.5. Emission du CO2

Dès 2008, l'UE a adopté un premier ensemble des mesures novatrices en matière d'énergie et du climat. Ainsi, les états membres se sont engagés à réduire de 20% les émissions de gaz à effet de serre (par rapport au niveau de 1990), atteindre une part de 20% d'énergies renouvelables dans la consommation d'énergie en Europe et réduire de 20% la consommation d'énergie (Ristori, 2015). La majorité des états ont déjà pu atteindre ou dépasser les 20% de ces objectifs.

L'Europe a connu un recul de 3.2% (BP, 2020) en matière d'émission de CO2 en 2019 avec 4110.8 millions de tonnes de dioxyde de carbone. Donnant une part mondiale de 12% (BP, 2020) des émissions de CO2.

L'Allemagne est le pays Européen avec la grande part d'émissions de CO2 (683.8 millions de tonnes de CO2 (BP, 2020) soit une part de 2%). Suivi du Royaume-Uni avec 387.1 millions de tonnes (BP, 2020) (soit une part de 1.1%). La France participe par 0.9% des émissions de CO2 Européennes avec 299.2 millions de tonnes de CO2 (BP, 2020).

I.4. Contexte énergétique Algérien

Premier pays africain en termes de superficie avec 2.380.000 km², l'Algérie bénéficie d'une grande surface du Sahara (85% de la superficie du pays) qui recèle diverses ressources minières dont le pétrole et le gaz (**ME, Ministère de l'Energie et des Mines, 2016**).

Ces derniers représentent pour le pays une part importante de ses ressources et en font un mono-exportateur d'hydrocarbures en direction de l'Europe, du Maghreb et des Etats-Unis. Pays du sud de la Méditerranée, les 1200 km de côte qui le bordent font face à trois grands pays d'Europe, l'Espagne, la France et l'Italie, une Europe dont la consommation en gaz croît de 3% par an (**Corradin, 2012**). Les pays du nord de la Méditerranée présentent une forte dépendance énergétique et l'Algérie compte parmi ses fournisseurs en hydrocarbure avec la Russie, la Norvège, le Qatar et l'Egypte.

L'Algérie est le plus grand pays d'Afrique avec une superficie de 2 381 741 kilomètres carrés sur les 30 millions de km² du continent africain. Près de 200.000.000 hectares sont occupés par le Sahara qui couvre les 5/6 de la superficie du pays.

L'Algérie se caractérise par des richesses naturelles importantes et diversifiées, les réserves de gaz en Algérie étant parmi les premières au monde, tandis que le sous-sol abrite d'immenses gisements de pétrole et de gigantesques autres ressources (Zinc, Phosphate, Fer, Or, Uranium... etc.) (**Rahmouni, 2019**).

L'Algérie possède d'énormes réserves en énergie non conventionnelles, en particulier le gaz de schiste, estimée à environ 20 milliards m³. Une réserve qui classe l'Algérie, selon ces mêmes rapports, au troisième rang mondial.

Avec un chiffre d'affaires à l'exportation de près de 56,1 milliards de dollars US réalisé en 2010 par la compagnie Sonatrach, l'Algérie est le 4ème plus important exportateur de gaz naturel liquéfié (GNL) dans le monde, le 3ème plus grand exportateur de gaz de pétrole liquéfié (GPL) et le 5ème exportateur de gaz naturel (**Hasni et al., 2021**).

D'un autre côté, la production d'électricité connaît une hausse continue depuis l'année 2009 où 43.1 TWh ont été enregistrés jusqu'à ce qu'elle a atteint les 81.3 TWh en 2019 (**BP, 2020**) soit un taux de croissance annuelle de 6.0% juste pour cette année.

De ce fait, l'Algérie fait face à de nombreux défis énergétiques parmi lesquels on peut citer :

- ❖ La maîtrise de la demande d'énergie avec l'accroissement de la démographie
- ❖ La préservation de l'environnement par l'éducation au développement durable et à la gestion de l'énergie ;
- ❖ Economiser les énergies fossiles pour assurer leur existence pour les générations futures ;
- ❖ La création de nouveaux profils d'emploi.

Le rapport de la Commission économique de l'ONU pour l'Afrique et de son bureau Afrique du Nord avait relevé en 2011 que l'Algérie possède de grandes réserves de pétrole et de gaz naturel et dépend largement de ces ressources pour générer des recettes d'exportation (Hasni et al., 2021).

I.4.1. Réserves énergétiques des ressources fossiles en Algérie

L'Algérie dispose d'un grand potentiel de ressources énergétiques qui lui permet de répondre à ses besoins sur le long terme. L'Algérie, membre de l'Organisation des Pays Exportateurs de Pétrole (OPEP) et du Forum des Pays Exportateurs de Gaz (FPEG), est un pays producteur d'hydrocarbures.

La consommation en énergie primaire en Algérie a été estimée de 2.54 exajoules en 2019 (BP, 2020) avec un taux de croissance annuelle de 4.9%.

Environ 36.62% de la production nationale d'énergie primaire est consommée pour transformer et distribuer l'énergie jusqu'aux consommateurs (ME, Ministère de l'Energie et des Mines, 2016).

Le secteur du gaz et du pétrole représente 45.9% du PIB algérien. Les exportations totales d'hydrocarbures ont représenté presque 98% du volume total des exportations pour l'année 2007 (UNECA, 2011).

I.4.1.1. Gaz naturel

Le gaz naturel joue un rôle fondamental, non seulement parce qu'il est considéré comme l'énergie fossile la moins polluante, mais aussi en raison de son abondance et de sa disponibilité. Les réserves prouvées de gaz naturel de l'Algérie étaient estimées par BP à 4.3 mille milliards

de m³ fin 2019, soit une stabilité depuis la fin 2009. Ces réserves classaient l'Algérie au 10ème rang mondial avec 2.2% du total mondial, et au 2ème rang en Afrique derrière le Nigeria (2.7% en 2019) **(BP, 2016; BP, 2020)**.

L'Algérie a enregistré une production de 86.2 milliards de m³ en 2019 marquant ainsi la valeur la plus basse enregistrée depuis 2016 (93.8 milliards m³ en 2018, 93.0 milliards m³ en 2017 et 91.4 en 2016) soit une baisse annuelle de 8.1% **(BP, 2016; BP, 2020)**.

La consommation en gaz naturel a atteint 45.2 milliards de m³ soit un taux de croissance annuel de 4.2% **(BP, 2020)** occupant ainsi la deuxième position au niveau Africain après l'Egypte. L'Algérie participe par 1.2%* de la consommation mondiale du gaz naturel.

I.4.1.2. Pétrole

Les réserves prouvées de pétrole en Algérie étaient estimées de 1.5 milliards de tonnes à fin 2019 (12.2 milliards de barils) **(BP, 2020)**, marquant une stabilité depuis l'année 2009. Ces réserves classaient l'Algérie au 17ème rang mondial avec 0.7 % du total mondial **(BP, 2020)**, et au 4ème rang en Afrique derrière la Libye, le Nigeria et l'Angola.

L'Algérie a produit environ 64.3 millions de tonnes de pétrole en 2019 **(BP, 2020)** marquant ainsi une baisse annuelle de 1.6% et participant par 1.4% à la production mondiale de pétrole.

I.4.2. Energies renouvelables

L'introduction des énergies renouvelables en Algérie permet d'atteindre un double objectif :

- Ça permettra d'économiser les sources d'énergie fossiles.
- Le développement des zones isolées qui sont privées des moyens d'électrification ou d'irrigation surtout dans le sud du pays (avec l'avantage de l'ensoleillement)

Le potentiel énergétique est varié mais la composante solaire est dominante.

Des mesures politiques et financières sont indispensables pour assurer une sécurité énergétique de toute l'Algérie en dehors du fait que le pays se projette comme un futur producteur d'énergie électrique d'origine renouvelable. La formation de générations de cadres conscients des problèmes que génère la lente disparition des énergies fossiles doit commencer aujourd'hui, pour que demain, la société prenne les habitudes indispensables à sa survie en

sauvegardant son environnement, son écosystème, tout simplement sa planète (**Khiat et al., 2007**).

I.4.2.1. Production et consommation de l'électricité par sources renouvelables

L'Algérie a connu une utilisation négligeable des énergies renouvelables dans le secteur de production d'électricité (moins de 0.005 TWh) jusqu'à l'année 2014 où seulement 0.1TWh ont été enregistrés (**BP, 2016**). En 2019, 0.6 TWh d'électricité était produite par sources renouvelables marquant une hausse de 2% (**BP, 2020**).

En matière de consommation, elle reste très faible (0.01 exajoules en 2019 (**BP, 2020**)) malgré les efforts de l'Algérie pour le développement du secteur des énergies renouvelables.

En Algérie, l'ensoleillement annuel moyen est évalué à 3000 heures, avec une moyenne d'ensoleillement de 6,57 kWh/m²/jour. Avec un territoire composé de 86% de désert saharien et par son positionnement géographique, l'Algérie possède le champ solaire le plus important au monde. En comparaison avec le gaz naturel, le potentiel solaire algérien est équivalent à un volume de 37 000 milliards de mètres cubes par an, soit plus de 8 fois les réserves de gaz naturel du pays, en plus du fait que le potentiel solaire est renouvelable contrairement au gaz naturel (**UNECA, 2011**).

I.4.2.2. Programme national d'énergie renouvelable

L'Algérie s'engage dans une nouvelle ère énergétique durable en s'engageant sur la voie des énergies renouvelables afin d'apporter des solutions globales et durables aux défis environnementaux et aux problématiques de préservation des ressources énergétiques d'origine fossile à travers le lancement d'un programme ambitieux pour le développement des énergies renouvelables qui a été adopté par le Gouvernement en février 2011 et révisée en mai 2015 (**ME, 2016**).

Toute l'attention des pouvoirs publics est mobilisée afin de réussir ce programme basé sur une stratégie verte tracée à l'horizon 2030. Le programme de l'efficacité énergétique affiche la volonté de l'Algérie de préserver les ressources du pays et optimiser leurs utilisations (**Hasni et al., 2021**).

La société de développement des ER, New Energy Algeria (NEAL), a lancé le premier projet hybride solaire-gaz dans le cadre d'un programme global d'énergie solaire et éolienne, qui sont les potentiels les plus importants en Algérie.

Un programme complémentaire de trois autres centrales solaires hybrides solaire-gaz a été lancé en 2006 et ces centrales étaient deux fois plus grandes que le projet initial de Hassi R'Mel. Ces trois centrales de 300 MW ont été prévues à Meghaier (est), Hassi R'Mel (centre) et Naama (ouest). Ces projets développés par NEAL, devaient compléter le programme d'énergie solaire qui avait démarré avec l'installation de la première centrale hybride gaz naturel-solaire implantée à Hassi R'mel en juillet 2011.

Sur la période 2016– 2020, il a été prévu de réaliser quatre centrales thermiques avec stockage d'une puissance totale d'environ 1200 MW, puis l'installation de 500 MW par an jusqu'en 2023 et 600 MW par an jusqu'en 2030.

Le programme des énergies renouvelables actualisé consiste à installer une puissance d'origine renouvelable de l'ordre de 22000 MW à l'horizon 2030 pour le marché national, avec le maintien de l'option de l'exportation comme objectif stratégique, si les conditions du marché le permettent.

A travers ce programme d'énergies renouvelables, l'Algérie compte se positionner comme un acteur majeur dans la production de l'électricité à partir des filières photovoltaïque et éolienne en intégrant la biomasse, la cogénération, la géothermie et au-delà de 2022, le solaire thermique. Ces filières énergétiques seront les moteurs d'un développement économique durable à même d'impulser un nouveau modèle de croissance économique (ME, 2016).

37 % de la capacité installée d'ici 2030 et 27 % de la production d'électricité destinée à la consommation nationale, seront d'origine renouvelable (ME, 2011).

Le potentiel national en énergies renouvelables étant fortement dominé par le solaire, l'Algérie considère cette énergie comme une opportunité et un levier de développement économique et social, notamment à travers l'implantation d'industries créatrices de richesse et d'emplois.

Cela n'exclut pas pour autant le lancement de nombreux projets de réalisation de fermes éoliennes et la mise en œuvre de projets expérimentaux en biomasse, en géothermie et en cogénération.

Les projets ER de production de l'électricité dédiés au marché national seront menés en deux étapes (**CDER, 2015**):

Première phase 2015 - 2020 : Cette phase a vu la réalisation d'une puissance de 4010 MW, entre photovoltaïque et éolien, ainsi que 515 MW, entre biomasse, cogénération et géothermie.

Deuxième phase 2021 - 2030 : Le développement de l'interconnexion électrique entre le Nord et le Sahara (Adrar), permettra l'installation de grandes centrales d'énergies renouvelables dans les régions d'In Salah, Adrar, Timimoune et Bechar et leur intégration dans le système énergétique national. A cette échéance, le solaire thermique pourrait être économiquement viable.

L'Algérie prévoit également l'installation de quelques unités de taille expérimentale afin de tester les différentes technologies en matière de biomasse, de géothermie et de dessalement des eaux saumâtres par les différentes filières d'énergie renouvelable.

La stratégie de l'Algérie en la matière vise à développer une véritable industrie des énergies renouvelables associée à un programme de formation et de capitalisation des connaissances, qui permettra à terme, d'employer le génie local algérien, notamment en matière d'engineering et de management de projets. Le programme ER, pour les besoins d'électricité du marché national, permettra la création de plusieurs milliers d'emplois directs et indirects (**ME, 2016; CDER, 2015**)

La révision du programme national porte essentiellement sur le développement du photovoltaïque et de l'éolien à grande échelle, sur l'introduction des filières de la biomasse (valorisation des déchets), de la cogénération et de la géothermie, et également sur le report, à 2022, du développement du solaire thermique (CSP). Ce programme a connu une première phase consacrée à la réalisation de projets pilotes et de tests des différentes technologies disponibles, durant laquelle des éléments pertinents concernant les évolutions technologiques des filières considérées sont apparus sur la scène énergétique et ont conduit à la révision de ce programme. Conformément à la réglementation en vigueur, la réalisation de ce programme national est ouverte aux investisseurs du secteur public et privé nationaux et étrangers (**CDER, 2015**)

Les capacités en énergie renouvelables seront installées selon les spécificités de chaque région : (1) Région du Sud, pour l'hybridation des centrales existantes et l'alimentation des sites éparses compte tenu de la disponibilité des espaces et de l'important potentiel solaire et éolien qui privilégie ces régions ; (2) Région des Hauts Plateaux pour leur potentiel d'ensoleillement et de vent avec possibilité d'acquisition des terrains ; (3) Région du littoral selon la disponibilité des assiettes de terrain avec l'exploitation de tous les espaces tels que les toitures et terrasses des bâtiments et autres espaces non utilisés. (CDER, 2015).

Le tableau suivant présentera la répartition des filières des ER selon le programme algérien sur la période de 2015-2030

Table I.3. Programme de développement des énergies renouvelables

D'après (CDER, 2015; ME, 2020)

Unité : MW	1 ^{ère} phase	2 ^{ème} phase	Total
	2015-2020	2021 - 2030	
Photovoltaïque	3000	10 575	13 575
Eolien	10 10	4000	2010
CSP	-	2000	2000
Cogénération	150	250	400
Biomasse	360	640	1000
Géothermie	05	10	15
Total	4525	17 475	22 000

Récemment, après plusieurs modifications mineures qui n'ont d'ailleurs, pas abouti, le programme a, une nouvelle fois, été redéfini en le réduisant de **22 000 MW** à **15 000 MW**, en l'écourtant de 20 ans à 15 ans et en repoussant son achèvement de **2030** à **2035**. Il a, de ce fait, été implicitement reconnu que l'ancien programme n'était plus tenable, mais sans pour autant que le nouveau soit plus convaincant.

En Février 2020, le gouvernement a adopté un programme pluriannuel de développement des énergies renouvelables et d'efficacité énergétique. Dans ce cadre, le Ministère de la Transition Énergétique et des Énergies Renouvelables (MTEER) a fixé, comme objectif, la réalisation de **15 000 MW** à l'horizon **2035** et ce, en tenant compte du potentiel existant et des capacités d'absorption du réseau national de transport et de distribution de l'énergie électrique.

Conformément aux objectifs fixés dans la feuille de route du secteur de la transition énergétique, en matière de développement des énergies renouvelables. il est prévu, comme premier objectif, la réalisation de **1000MW, cumulés par an**, de moyens de production d'électricité à partir de sources renouvelables (EnR) (**MTEER, 2021**).

A cet effet, le MTEER, en concertation avec le ministère de l'Énergie, a proposé, pour la concrétisation de ce plan EnR dans les délais impartis et compte tenu des difficultés pour trouver des projets bancables mûrs pour l'investissement, la mise en place d'une société de développement et de facilitation de projets EnR (**MTEER, 2021**).

Là aussi, les mêmes insuffisances que précédemment ont empêché le nouveau programme de vraiment démarrer bien qu'entre-temps, en 2016, le projet ait été promu au rang de priorité nationale. Malgré ce statut, il n'a été réalisé, jusque-là, que la piètre performance de 364,3 MW c'est-à-dire seulement 1.7% des 22 000 MW du programme (**Terkmani, 2021**).

En effet, les 364,3 MW sont revenus à plus de 1200 milliards de dinars valant à l'époque 1,5 milliard de dollars, ce qui correspondait à plus de 4 millions de dollars le MW alors que celui-ci tournait autour de 1 million de dollars comme le prouve, plus bas, le coût du photovoltaïque de la centrale de Noor Ouazazate 4 au Maroc. Cette fois-là, encore, le retard a été bénéfique puisque seulement 1,7% d'un projet déficitaire a pu être réalisé. Qu'en aurait-il été si, entre 2011 et 2020, les choses avaient avancé selon le planning avec ce genre de coûts. (**Terkmani, 2021**)

D'un autre côté, le projet d'hybridation, par une production solaire photovoltaïque, des centrales de production d'électricité à partir de source conventionnelle, particulièrement le gasoil, au niveau du sud du pays, constitue une des priorités du secteur de la transition énergétique et des énergies renouvelables.

I.4.2.3. Energie solaire thermique

L'énergie solaire thermique est la transformation du rayonnement solaire en énergie thermique. Cette transformation peut être utilisée directement (pour chauffer un bâtiment par exemple) ou indirectement (comme la production de vapeur d'eau pour entraîner des turboalternateurs et ainsi obtenir de l'énergie électrique). En utilisant la chaleur transmise par rayonnement plutôt que le rayonnement lui-même, ces modes de transformation d'énergie se distinguent des autres formes d'énergie solaire comme les cellules photovoltaïques.

La radiation directe du soleil est concentrée par un collecteur sur un échangeur où elle est cédée à un fluide, soit vaporisé directement, soit transportant la chaleur à un générateur de vapeur. Tous les systèmes ont en commun un certain nombre d'organes : un collecteur qui concentre la chaleur, un liquide ou un gaz caloporteur qui la transporte jusqu'à un point d'extraction, un évaporateur, un condenseur, une turbine et un alternateur.

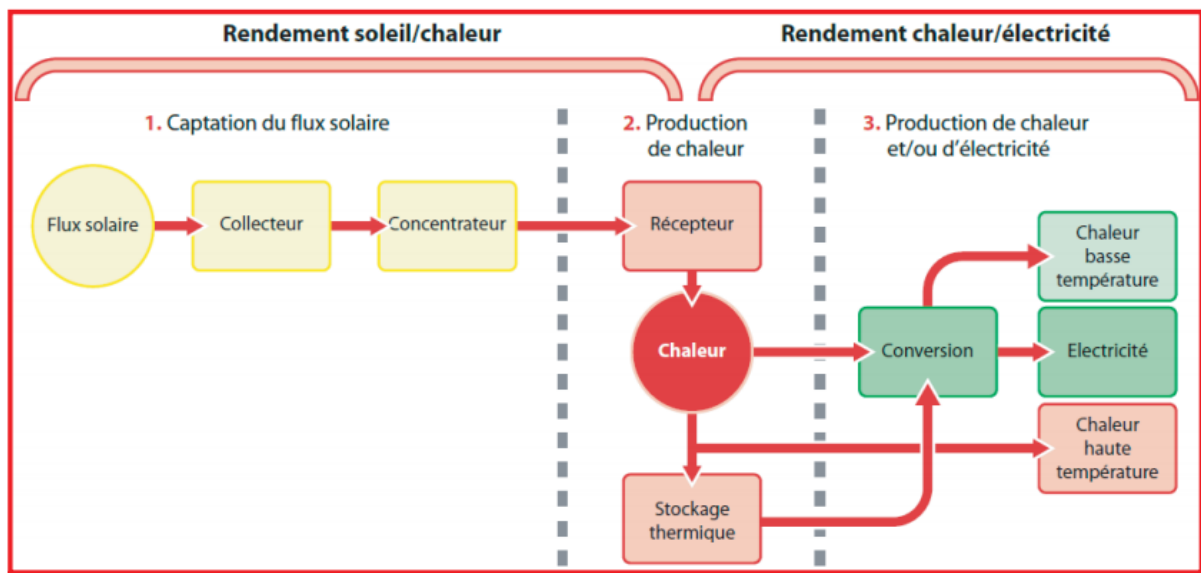


Figure I.1. Eléments clés du processus de transformation de la chaleur du soleil en électricité par voie thermodynamique (Takilalte, 2014)

Connu sous le nom de « concentrating solar power » (CSP), le solaire thermique peut répondre à la demande en électricité de jour comme de nuit en étant couplé à des moyens de stockage thermique ou hybride avec d'autres énergies comme le gaz.

En Algérie, deux projets pilotes de centrales thermiques à concentration avec stockage d'une puissance totale d'environ 150 MW chacune sont lancés sur la période 2011-2013. Ces projets s'ajouteront à la centrale hybride de Hassi R'Mel d'une puissance de 150 MW, dont 25 MW en solaire. Sur la période 2016- 2020, quatre centrales solaires thermiques avec stockage d'une puissance totale d'environ 1 200 MW devraient être mises en service. Le programme de la phase 2021-2030 prévoit l'installation de 500 MW par an jusqu'en 2023, puis 600 MW par an jusqu'en 2030 (ME, 2011)

La centrale de Hassi R'mel a été construite en 2010 pour 130 MW de gaz et 25 MW d'énergie solaire thermique. Le champ de captage consiste en un dispositif de miroirs cylindro paraboliques d'une surface d'environ 180000 m². Elle est implantée sur une assiette

de terrain de 130 ha dont 90 ha sont occupés par le champ de captage solaire. La centrale a coûté 160 millions de dollars et la réalisation a duré 32 mois (MEM, 2014; Takilalte, 2014),

➤ CSP installé en Algérie sur la période 2015-2021

L'Algérie pourra produire 40 % de sa consommation d'électricité d'ici 2025 à partir des énergies renouvelables, notamment l'énergie solaire à concentration (CSP) (Takilalte, 2014). Les experts prévoient que l'Algérie pourrait couvrir à très long terme la majorité de ses besoins en électricité à partir de l'énergie solaire à concentration. (Takilalte, 2014)

Les potentialités de l'Algérie en la matière sont beaucoup plus importantes par rapport aux perspectives de développement affichées dans le cadre du programme de développement des énergies renouvelables (ER) adopté récemment par le gouvernement (Takilalte, 2014).

Selon le programme national de développement des énergies renouvelables, les sites identifiés pour accueillir des centrales CSP, sont les sites de Naama, Béchar, M'Ghaier, Ghardaïa, Laghouat, Ouargla, El Oued et Adrar.

Le choix des sites adéquats pour l'implémentation des centrales CSP doit tenir compte de plusieurs critères :

- La qualité de l'ensoleillement direct,
- La surface et la topographie du terrain,
- La disponibilité de l'eau,
- La proximité du réseau électrique pour les centrales connectées au réseau,
- Les critères « d'admissibilité » du projet sur le terrain (impact visuel, sociologie des parties prenantes au projet, etc...) et les contraintes environnementales. (Ademe, 2020)

Si on peut appliquer ces critères à la centrale de Hassi R'mel, on pourra déduire que le site a été choisi en raison de nombreux critères qui sont, en plus de son ensoleillement (situé au sud algérien avec une moyenne de 9,5 heures d'ensoleillement et une température maximale aux environs de 45° C en août), la radiation directe normale sur une surface horizontale est d'environ 2263 KWh/m²/an, un terrain plat, un emplacement dans la zone gazière (à proximité d'une source d'alimentation en gaz), un accès au réseau électrique, une disponibilité d'un débit d'eau suffisant pour la réfrigération soit 3000 m³/jour, une faible pluviométrie (pluviométrie est de l'ordre de 100 mm/an), l'existence d'un aéroport international sur le site, etc... (MEM, 2014)

I.4.3. Développement des capacités industrielles à base d'énergies renouvelables

Pour accompagner et réussir le programme des énergies renouvelables, l'Algérie envisage de renforcer le tissu industriel pour être à l'avant-garde des mutations positives, aussi bien sur les plans industriel et technique que sur les plans de l'ingénierie et de la recherche.

L'Algérie est également déterminée à investir dans tous les segments créateurs et à les développer localement (ME, 2011).

I.4.3.1. Solaire thermique

La période 2011-2013 a connu le lancement des études pour la fabrication locale des équipements de la filière solaire thermique. Sur la période 2014-2020, il a été prévu un taux d'intégration de 50% à travers la mise en œuvre de trois projets majeurs qui seront menés en parallèle à des actions de renforcement des capacités d'engineering (ME, 2011) :

- Construction d'une usine de fabrication de miroirs;
- construction d'usines de fabrication d'équipements de fluide caloporteur et de stockage d'énergie;
- construction d'une usine pour la fabrication des équipements du bloc de puissance;
- développement de l'activité engineering et capacités de conception, approvisionnement et réalisation.

Sur la période 2021-2030, le taux d'intégration devrait être supérieur à 80% grâce à la concrétisation des projets suivants (ME, 2011; ME, 2016; ME, 2020):

- Extension de la capacité de fabrication des miroirs;
- Extension de la capacité de fabrication d'équipements de fluides caloporteurs et de stockage d'énergie;
- Extension de la capacité de fabrication des équipements du bloc de puissance;
- Conception, approvisionnement et réalisation de centrales par des moyens propres.

I.4.4. Emissions de CO₂

Les émissions de CO₂ en Algérie suivent une courbe ascendante depuis l'année 2008. Avec un taux de croissance annuel de 1.1% dans la période (2008-2018) et un taux de 0.5% en 2019 (BP, 2020), les quantités ont été estimées à 29745.2 millions de tonnes de CO₂ en 2009, 34007.9 millions de tonnes en 2018 et 24169.0 millions de tonnes en 2019 (BP, 2020). Ces chiffres, publiés par BP (BP, 2020), montrent bien que les quantités de CO₂, responsable

principal de la pollution atmosphérique et du réchauffement climatique, sont en hausse continue d'où la nécessité d'adopter de nouvelles pratiques industrielles plus propres.

I.5. Production d'électricité par systèmes hybrides (Etat de l'art)

Beaucoup de travaux de recherche menés en Algérie et à travers le monde apparaissent dans la littérature dans le domaine des ER et principalement l'énergie solaire. Ces travaux s'inscrivent dans la politique énergétique adoptée par l'Algérie et dans l'objectif principal d'optimiser les systèmes utilisant l'énergie solaire pour la production d'électricité dont les systèmes hybride ER-énergie fossile tout en éliminant les effets négatifs sur l'environnement. Parmi lesquels on trouve celle de G.J Nathan et al (**Nathan et al., 2018**) dans laquelle ils étudient l'hybridation des centrales au solaire thermique comme opportunité prometteuse qui offre une diminution des émissions de CO₂ et l'approvisionnement en énergie.

Une deuxième étude est celle de M. T. Mabrouk et al (**Mabrouk et al., 2018**) qui a pour but de trouver la façon optimale pour l'intégration d'un champ solaire à miroirs cylindro-paraboliques dans un cycle combiné à gaz.

Dans un autre travail, celui de M. Quero et al (**Quero et al., 2014**), ils exposent les résultats du projet solugas (qui est réalisé par Abengoa Solar et German Aerospace centre). Cet article décrit dans un court aperçu les expériences menées durant plus d'un an de l'opération de Solugas et ils ont démontré que la centrale solugas (la première centrale solaire hybride avec turbine à gaz solarisée) a prouvé une bonne performance sous différentes conditions avec une réduction significative de consommation d'eau et de gaz ainsi que le coût, la fiabilité et la maintenabilité.

Dans leur étude, XD Fu et al (**Fu et al., 2014**) ont étudié la construction d'un miroir cylindro-parabolique de 100m de longueur et de 1 mm de largeur avec un revêtement en argent dans la surface arrière attaché à une plaque d'appui en verre. Ils ont prouvé que ce type de miroir présente une bonne résistance pour les vents de sable pour cette raison il est bien adapté aux environnements venteux et sableux.

Une autre étude est celle de A. Boubault et al (**Boubault et al., 2014**); dans laquelle ils traitent le vieillissement du matériau d'un absorbeur solaire exposé à un flux solaire très concentré par une expérience de vieillissement accéléré dans une chambre pour test de vieillissement solaire accéléré au laboratoire PROMES (Odeillo, France). Le prototype de

l'absorbeur solaire utilisé dans leur expérience est en Inconel 625 avec un revêtement avec peinture (pyromark 2500).

Dans l'article de M. Schuller et al (**Schuller et al., 2015**), une étude expérimentale est menée sur la chaleur spécifique du Nitrate-alumina (nano-fluide) pour les systèmes de stockage d'énergie thermique. Ils ont trouvé qu'il y a une concentration optimale des nanoparticules pour une amélioration de la chaleur spécifique des fluides de base, mais il y a une insuffisance de données à présent pour identifier ce phénomène.

Quant à l'étude de M. Puppe et al (**Puppe et al., 2015**), on trouve des résultats d'un projet (Hygate). Ce projet vise à réduire le coût de l'électricité ainsi que le taux du CO₂ émis par les centrales hybrides solaire-gaz par l'intégration du stockage thermique et la réduction de la température d'opération de la turbine à gaz à 950°C. Dans cette étude ; quatre types innovants de centrales hybrides solaire gaz à tour ont été analysés en termes de performance annuelle et les coûts de production d'électricité. Les données météorologiques et d'irrigation solaire utilisées pour l'analyse sont celles du site de Hassi R'mel en Algérie.

Beaucoup d'autres études qui entrent dans ce contexte vont être évoquées au cours de ce manuscrit (dans la section d'évaluation des technologies utilisées dans les centrales hybrides solaire- gaz).

I.6. Conclusion

Comme la consommation d'énergie primaire est dominée dans le monde entier par les ressources énergétiques fossiles, l'augmentation de la consommation d'énergie a certainement un effet direct sur ces réserves qui vont s'épuiser graduellement. Pour cette raison, un intérêt particulier est accru aux nouvelles sources d'énergie (énergies renouvelables).

Nous avons dans le cadre de ce chapitre, exposé les contextes énergétiques : mondial, européen et algérien. Nous avons pu conclure que les énergies renouvelables commencent à prendre une place importante dans la production d'électricité et l'apparition du concept de « transition énergétique » opté par plusieurs pays du monde surtout au niveau européen qui ont adopté une stratégie intégrée de prévention et de contrôle de pollution dans toutes les activités industrielles de production d'énergie. Cette dernière fera l'objet du deuxième chapitre.

CHAPITRE II

APPROCHE IPPC ET

MEILLEURES TECHNIQUES DISPONIBLES (MTD)

Hypothèse à vérifier

L'élaboration des documents de références sur des MTD adaptées au cas de l'industrie algérienne et l'adoption d'une approche intégrée présentent un élément important pour aller vers une production d'énergie plus propre.

II.1. Introduction

Pour avoir une performance satisfaisante, les industriels doivent adopter des options propres en termes de pratiques, procédures et technologies, le plus en amont possible de leur chaîne de production, en répondant de ce fait au principe de prévention.

C'est dans ce cadre qu'intervient le concept de Meilleures Techniques Disponibles « MTD », qui englobe toutes les options propres et qui est lié à la performance technique, environnementale et économique d'une entreprise.

Le concept de MTD a été introduit originellement par la directive européenne IPPC (*Integrated Pollution Prevention and Control*) (CE, 1996) puis a été renforcé et étendu dans la directive européenne sur les émissions industrielles dite IED ((CE, 2010).

II.2. Approche intégrée de la prévention et le contrôle de la pollution (IPPC) : Système Européen

En 1996, la directive 96/61/CE dite IPPC (*Integrated Pollution Prevention and Control*) (CE, 1996) donne le cadre européen de la réglementation sur les émissions industrielles et introduit le concept de MTD. En 2010, elle a été remplacée par la directive relative aux émissions industrielles 2010/75/UE dite IED (CE, 2010). Son périmètre englobe celui de l'IPPC et couvre quatre autres secteurs (grandes installations de combustion, installations d'incinération de déchets, installations et activités des solvants organiques et installations produisant du dioxyde de titane), soit environ 50 000 installations en Europe (Everard, 2016).

L'objectif final de l'IED est de « prévenir, réduire et, dans la mesure du possible, éliminer la pollution due aux activités industrielles, conformément au principe du “pollueur payeur” et au principe de prévention de la pollution » (CE, 2010). Elle se concentre donc sur la réduction des émissions de substances polluantes tout en considérant des aspects environnementaux plus larges pour les six catégories d'activités industrielles énoncées dans son annexe I (CE, 2010): les industries d'activités énergétiques ; la production et transformation des métaux ; les industries minérales ; les industries chimiques ; la gestion des déchets ; et plusieurs autres activités (installations papetières, teintureries, abattoirs, installations de transformation de matières animales, équarrissage, élevages intensifs de volailles et de porcs, traitement de surface et fabrication de carbone).

II.2.1. Champ d'application de la directive IED

Les activités visées par le chapitre II de la directive IED sont listées à l'annexe I de cette directive (CE, 2010). Ces activités ont été directement introduites dans la nomenclature des Installations Classées par la création des rubriques « 3000 » (INERIS, 2019).

Dès qu'un établissement comporte au moins une installation visée par une des rubriques 3000, les dispositions spécifiques s'appliquent à l'ensemble de l'établissement, c'est à dire aux installations visées par ces rubriques mais aussi les installations ou équipements s'y rapportant directement, exploités sur le même site, liés techniquement à ces installations et susceptibles d'avoir des incidences sur les émissions et la pollution (article R. 515-58) (CE, 2010; INERIS, 2019).

Environ 51 500 installations sont visées par la directive IED en Europe, dont environ 6 950 en France parmi lesquelles on dénombre près de 3 400 élevages (INERIS, 2019).

Selon la directive IED, le système de l'UE de prévention et de contrôle intégrés de la pollution est basé sur 5 principes, tous conçus pour atteindre un niveau élevé de protection de l'environnement dans son ensemble. Ces principes sont les suivants :

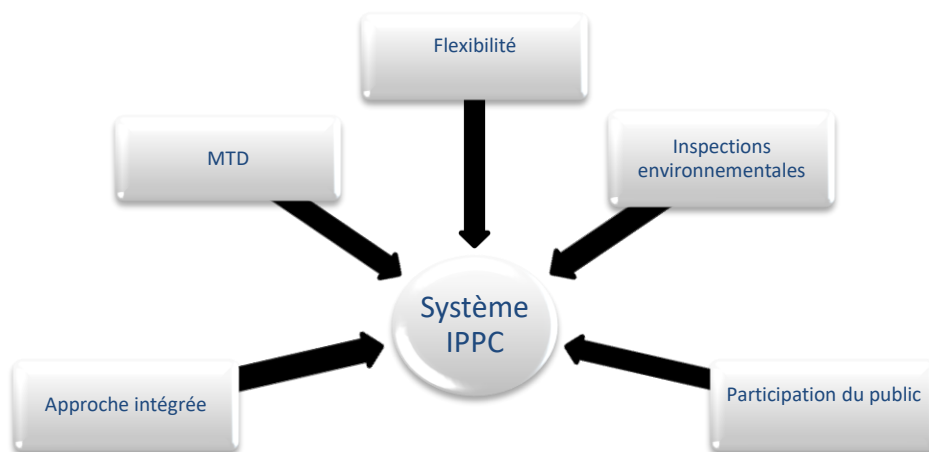


Figure II.1. Les cinq principes du système IPPC

II.2.2. Approche intégrée

Selon le schéma de l'UE de prévention et de contrôle intégrés de la pollution « Différentes approches de contrôle des émissions dans l'air, l'eau ou le sol sont susceptibles de favoriser des transferts de pollution d'un milieu à l'autre plutôt que de protéger l'environnement dans son ensemble ». Il est donc opportun de prévoir une approche intégrée de la prévention et de contrôle des émissions dans l'air, l'eau et le sol, ainsi que la gestion des déchets, l'efficacité énergétique et la prévention des accidents (CE, 2010).

L'application de cette exigence a eu des conséquences importantes pour les installations relevant de son champ d'application, tous les aspects sont réunis sous une approche intégrée, ce qui signifie qu'ils doivent tenir compte de l'environnement dans son ensemble (Raya & Vázquez, 2009), introduisant ainsi la procédure de l'autorisation environnementale unique « l'autorisation environnementale intégrée » (Styles, et al., 2009), ou autrement dit « permis ».

II.2.3. Meilleures Techniques Disponibles (MTD)

Dans de nombreux pays industrialisés, les permis ou autorisations environnementales contiennent des exigences technologiques. Selon le schéma Européen de la prévention et le

contrôle intégrés de la pollution « IPPC », des conditions de l'autorisation doivent être établies sur la base des meilleures techniques disponibles (CE, 2010).

La Commission Européenne organise un échange d'informations entre les États membres, les secteurs industriels concernés, les organisations non gouvernementales œuvrant pour la protection de l'environnement pour l'élaboration, l'examen et, le cas échéant, mise à jour des documents de référence des MTD", et ce, pour déterminer les MTD et les Niveaux d'Emission Associés aux MTD (NEA-MTD).

Pour l'élaboration (ou la révision) d'un « BREF », un groupe de travail technique (GTT) est mis en place par la CE. Chaque groupe de travail technique est composé d'experts techniques représentant les États membres, les secteurs industriels, les ONG et la Commission.

Le travail est coordonné par le Bureau Européen de la Prévention Intégrée de la Pollution (EIPPCB) à Séville (Espagne). Un document de référence MTD, dit « BREF », est un document pour des activités définies qui décrivent les techniques appliquées, les niveaux d'émission et la consommation actuelle, les techniques envisagées pour la détermination des MTD, dites MTD candidates, ainsi que les conclusions sur les MTD (Décision de la Commission de mise en œuvre 2012/119 / EU).

Ces conclusions figurent dans un document contenant des parties d'un « BREF » exposant (CE, 2010) :

- La description des MTD,
- Les informations pour évaluer leur applicabilité,
- Les niveaux d'émission associés aux MTD,
- La surveillance associée,
- Les niveaux de consommation associés,
- Les sites concernés des mesures d'assainissement, le cas échéant.

Les valeurs-limites d'émission (VLE), les paramètres et mesures techniques équivalents doivent être fondées sur les MTD (sans prescrire l'utilisation d'une technique ou d'une technologie spécifique) et l'autorité compétente fixe des valeurs limites d'émission, elle veille à ce que, dans des conditions d'exploitation normales, les émissions ne dépassent pas les NEA-MTD (CE, 2010).

II.2.4. Flexibilité

Le système Européen IPPC contient certains éléments de flexibilité. L'autorité compétente peut fixer des valeurs limites d'émission qui diffèrent des NEA-MTD en termes de valeurs, de

périodes de temps et de conditions de référence, tant qu'il peut être démontré que les émissions réelles ne dépassent pas les NEA-MTD (CE, 2010).

En outre, l'autorité compétente peut fixer des conditions d'autorisation plus sévères que celles pouvant être atteintes par l'utilisation des meilleures techniques disponibles décrites dans les conclusions sur les MTD (Miller et al., 2008). Comme elle peut, dans des cas particuliers, fixer des valeurs limites d'émission moins sévères (CE, 2010).

Une telle dérogation ne peut s'appliquer que lorsque l'évaluation montre que la réalisation des NEA-MTD entraînerait des coûts proportionnellement plus élevés par rapport aux bénéfices environnementaux dus à :

- la localisation géographique ou les conditions environnementales locales de l'installation concernée,
- les caractéristiques techniques de l'installation concernée.

L'autorité compétente doit indiquer les raisons pour se référer au critère de flexibilité, y compris le résultat de l'évaluation et la justification des conditions imposées et, doit dans tous les cas, veiller à ce qu'aucune pollution importante ne soit causée et, qu'un niveau élevé de protection de l'environnement dans son ensemble soit réalisé (CE, 2010).

II.2.5. Les inspections environnementales

Une inspection de l'environnement signifie «toutes les actions, y compris les visites de sites, surveillance des émissions et contrôle des rapports internes et documents de suivi, la vérification de l'auto-surveillance, contrôle des techniques utilisées et de l'adéquation de la gestion de l'environnement de l'installation, entrepris par ou au nom de l'autorité compétente pour vérifier et promouvoir la conformité des installations aux conditions d'autorisation et, le cas échéant, de surveiller leurs incidences sur l'environnement » (CE, 2010).

Selon le système IPPC ces conditions doivent être respectées par l'autorité compétente (CE, 2010):

- Les conditions d'autorisation doivent inclure la surveillance appropriée des émissions et les exigences de déclaration. En tant que telles, les émissions doivent être signalées à l'autorité compétente régulièrement et, au moins annuellement.
- Mettre en place un système d'inspections environnementales des installations et élaborer des plans d'inspection.

- Sur la base de plans d'inspection, doit régulièrement élaborer des programmes d'inspections environnementales de routine, y compris la fréquence des visites de sites pour les différents types d'installations. Une visite du site doit avoir lieu au moins tous les 1 à 3 ans, en fonction des risques environnementaux associés aux installations.
- Des inspections environnementales non programmées doivent être réalisées pour examiner les plaintes environnementales, les accidents et incidents environnementaux graves, et les cas de non-conformité.

II.2.6. La participation du public

Selon le schéma de l'UE et conformément à la « Convention de Århus sur l'accès à l'information, la participation du public au processus décisionnel et l'accès à la justice en matière d'environnement », la participation du public au processus décisionnel efficace est nécessaire pour permettre au public d'exprimer et le décideur de tenir compte de ses avis et préoccupations qui peuvent être utiles pour les décisions.

Ceci augmente la responsabilisation et la transparence du processus décisionnel et contribue à sensibiliser le public aux questions environnementales et de soutien pour les décisions prises. Le public concerné doit avoir accès à la justice en vue de contribuer à la protection du droit à vivre dans un environnement adéquat pour sa santé et son bien-être (CE, 2010).

Le système communautaire européen intégré « IPPC » garantit le droit au public de participer à la prise de décisions concernant l'environnement en donnant accès, entre autres, aux demandes de permis, la délivrance des permis et les résultats de la surveillance des émissions (CE, 2010).

II.3. Définition des MTD

Le concept de MTD a initialement été défini dans la directive IPPC comme « le stade de développement le plus efficace et avancé des activités et de leurs modes d'exploitation, démontrant l'aptitude pratique de techniques particulières à constituer, en principe, la base des valeurs limites d'émission visant à éviter et, lorsque cela s'avère impossible, à réduire de manière générale les émissions et l'impact sur l'environnement dans son ensemble » (CE, 1996).

La définition du concept de MTD défini dans l'article 3 de l'IED (CE, 2010) diffère seulement de l'IPPC par l'ajout « d'autres conditions d'autorisation » afin d'« éviter et lorsque cela s'avère impossible, de réduire les émissions et l'impact sur l'environnement dans son ensemble ».

Le concept de « meilleures techniques disponibles » ne vise pas à prescrire une technique ou une technologie particulière ; il tient compte des spécifications techniques de l'installation concernée, de son emplacement géographique et des conditions écologiques locales. Les techniques de contrôle qui conviennent pour réduire les rejets des substances chimiques (énumérées à la partie I de la Convention Stockholm) sont en général les mêmes (**Convention, 2009; J.O.R.A, 2006-6**)

- ❖ Au travers de sa définition, ce concept de MTD est intimement lié à la performance technique, environnementale et économique.

Pour déterminer en quoi consistent les meilleures techniques disponibles, il faudrait, de façon générale comme dans les cas particuliers, accorder une attention particulière aux facteurs énumérés ci-après, en ayant à l'esprit les coûts et avantages probables de la mesure envisagée et les considérations de précaution et de prévention (**Convention, 2009; J.O.R.A, 2006-6**).

➤ *Considérations générales*

- Nature, effets et masse des rejets concernés ; les techniques peuvent varier en fonction des dimensions de la source ;
- Date de mise en service des installations nouvelles ou existantes ;
- Délai nécessaire pour introduire les meilleures techniques disponibles ;
- Nature et consommation des matières premières utilisées pour le procédé considéré, et efficacité énergétique de ce procédé ;
- Nécessité de prévenir ou de réduire au minimum l'impact global des rejets dans l'environnement et les risques pour l'environnement ;
- Nécessité de prévenir les accidents ou d'en réduire au minimum les conséquences pour l'environnement ;
- Nécessité de protéger la santé des travailleurs et d'assurer leur sécurité sur le lieu de travail ;
- Procédés, installations ou modes d'exploitation comparables qui ont été testés avec succès à une échelle industrielle ;
- Progrès de la technique et évolution des connaissances scientifiques (**Convention, 2009; J.O.R.A, 2006-6**).

En particulier, les trois termes composant l'expression MTD sont précisés ainsi (**Everard, 2016; J.O.R.A, 2006-6**):

- « Techniques » : englobe « aussi bien les techniques employées que la manière dont l’installation est conçue, construite, entretenue, exploitée et mise à l’arrêt » ; Ainsi, la notion de technique couvre les procédés de production, des installations de traitement des rejets, la substitution de produits chimiques ou encore des dispositions organisationnelles ;
- « Disponibles » : les techniques « mises au point sur une échelle permettant de les appliquer dans le contexte du secteur industriel concerné, dans des conditions économiquement et techniquement viables, en prenant en considération les coûts et les avantages, que ces techniques soient utilisées ou produites ou non sur le territoire de l’Etat membre intéressé, pour autant que l’exploitant concerné puisse y avoir accès dans des conditions raisonnables » ;
- « Meilleures » : c’est-à-dire les techniques « les plus efficaces pour atteindre un niveau général élevé de protection de l’environnement dans son ensemble ».

II.3.1. Quel est le processus de détermination des Meilleures Techniques Disponibles?

La détermination des meilleures techniques disponibles repose sur douze considérations énumérées à l’annexe IV de l’IPPC (Everard, 2016; CE, 1996).

Ces douze considérations, (Tableau II.1) permettaient de qualifier une technique comme « Meilleure ». Néanmoins, la portée de ces critères et leur transposition difficile en paramètres et indicateurs ne permettaient pas de déterminer les MTD de manière systématique (Cikankowitz, 2008; De Chefdebien, 2006; Laforest, 2008). Il est à noter que ces critères sont à prendre en considération en particulier lorsque les documents de références sur les MTD dits BREF ne couvrent pas ou partiellement les installations d’un exploitant ayant l’obligation de se positionner par rapport aux MTD (Laforest & Gaucher, 2015). Ces douze considérations de l’IPPC sont reprises sous la forme de douze critères donnés dans l’annexe III de l’IED (Tableau II.1) conservant les mêmes difficultés d’usage pour sélectionner ou évaluer des MTD (Laforest, 2014).

Tableau II.1. Liste des 12 considérations de la directive IPPC (Annexe IV de la directive) (CE, 1996)

Considérations (C)	Libellés
C1	Utilisation de techniques produisant peu de déchets
C2	Utilisation de substances moins dangereuses
C3	Développement des techniques de récupération et de recyclage des substances émises et utilisées dans le procédé et des déchets, le cas échéant
C4	Procédés, équipements ou modes d'exploitation comparables qui ont été expérimentés avec succès à une échelle industrielle
C5	Progrès techniques et évolution des connaissances scientifiques

C6	Nature, effets et volume des émissions concernées
C7	Dates de mise en service des installations nouvelles ou existantes
C8	Durée nécessaire à la mise en place d'une meilleure technique disponible
C9	Consommation et nature des matières premières (y compris l'eau) utilisées dans le procédé et l'efficacité énergétique
C10	Nécessité de prévenir ou de réduire à un minimum l'impact global des émissions et des risques sur l'environnement
C11	Nécessité de prévenir les accidents et d'en réduire les conséquences sur l'environnement
C12	Informations publiées par la Commission en vertu de l'article 16 paragraphe 2 ou par des organisations internationales

II.4. BREF et conclusions sur les MTD (IED)

II.4.1. Le Processus de Séville : Le processus décisionnel de détermination des MTD

II.4.1.1. Objectifs du processus de Séville

L'objectif du Processus de Séville est de produire des documents de référence au niveau européen décrivant des MTD et leurs niveaux de performances environnementales associées qui serviront aux exploitants d'installations et aux autorités environnementales au niveau local. Ce processus décisionnel repose sur un échange d'informations entre des représentants des Etats membres, des industriels et des ONG environnementales. Une contrainte temporelle existe puisque la révision des BREF doit avoir lieu, en théorie, tous les huit ou dix ans. A l'heure actuelle, le processus complet dure entre deux et trois ans (**Laforest & Gaucher, 2015**) avec des ressources disponibles rares chez les acteurs et un besoin d'acquérir de meilleures informations plus rapidement. En cela, les acteurs du Processus de Séville sont demandeurs d'outils leur permettant de satisfaire ces échéances.

Lors du Processus de Séville, l'échange d'information au sein d'un groupe de travail technique « GTT » (*TWG – Technical Working Group en anglais*) est coordonné par le Bureau Européen de l'IPPC (EIPPCB).

Les membres du GTT s'assurent de transmettre les informations pertinentes à l'EIPPCB pour déterminer les MTD. Cette collecte d'informations repose sur les parties prenantes nationales (Exploitants et autorités) et peut se faire par l'intermédiaire de groupes de travail mis en place optionnellement par les Etats membres pour discuter de la position nationale et de la manière de contribuer au GTT : les groupes miroirs. En France, ils sont généralement

composés de représentants du ministère de l'Environnement, d'industriels, ainsi que d'experts techniques.

Le Processus de Séville peut donc être vu comme un cycle d'amélioration continue d'une décennie impliquant trois échelles géographique européenne (GTT et EIPPCB), nationale (groupe miroir) et locale (exploitants d'installations et autorités environnementales) dont la finalité est de définir des MTD et BATAEPL décrites dans des BREF (Evrard et al., 2018).

II.4.1.2. Etapes du Processus de Séville

Les étapes principales sont présentées dans l'annexe 2 de la décision d'exécution de 2012 (CE, 2012). Le cas d'une révision de BREF, est illustré à la Figure III.2 et chacune des étapes est décrite dans cette section. Dans la mesure où le Processus de Séville est un processus itératif, le TWG peut répéter chaque étape si nécessaire.

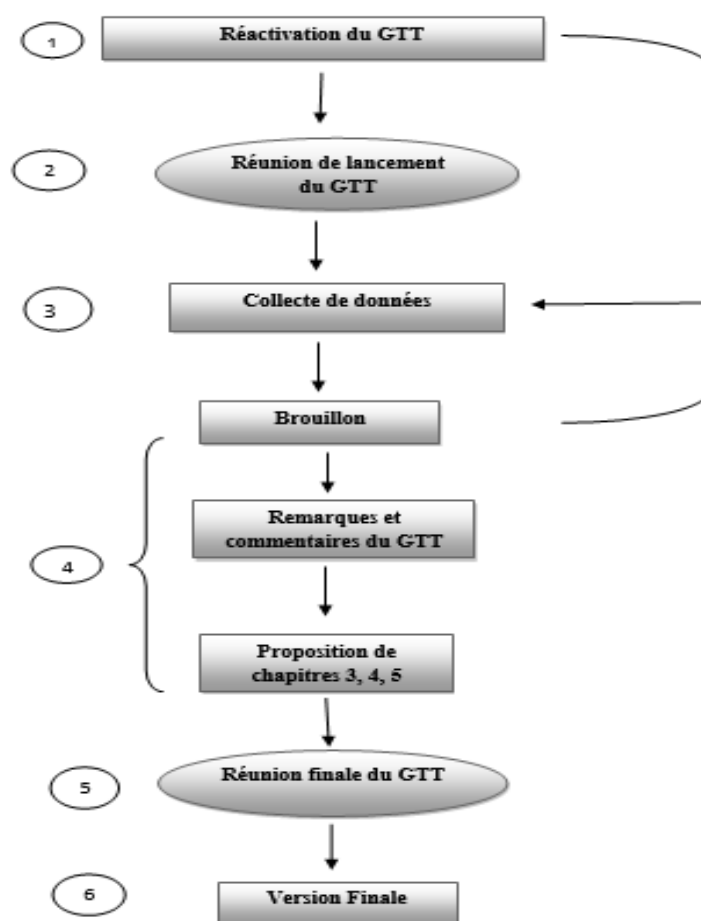


Figure II.2. Etapes du processus de Séville lors de la révision d'un BREF, adapté de commission Européenne (2012) (Everard, 2016)

La directive prévoit un échange d'informations entre États membres, industrie, organisations non gouvernementales de protection de l'environnement et Commission Européenne qui aboutit à la création de documents de référence MTD appelés « BREF » (pour

Best available techniques REference documents) et de « conclusions sur les MTD ». Il est assuré par un service de la Commission européenne : le Bureau Européen de l'IPPC (EIPPCB).

II.4.2. Généralités sur les BREF

33 BREF au total sont aujourd'hui adoptés, en cours d'élaboration ou en cours de révision (EIPPCB 2016). 29 d'entre eux, appelés BREF verticaux, concernent les MTD pour des secteurs industriels et agricoles donnés. Les 4 autres sont des BREF dits horizontaux, c'est-à-dire s'appliquant à plusieurs secteurs. A ceux-ci sont ajoutés deux autres documents qui apportent des éléments sur le suivi des émissions (CE, 2013), et sur « l'estimation des coûts et les effets multi-milieux » (CE, 2006)

Pour l'identification des MTD pertinentes d'une installation donnée, ces derniers doivent être pris en considération en complément du ou des BREF verticaux concernés.

Compte tenu de l'évolution des techniques, les documents BREF ont vocation à être revus périodiquement. La première révision des BREF a débuté en 2006. Un tiers des BREF environ est en cours de révision chaque année pour une durée prévue de 2 à 3 ans, qui reste pour l'instant en pratique plus longue.

Depuis la directive IED, la partie des BREF correspondant aux MTD fait l'objet d'un document autonome appelé « *conclusions sur les MTD* » qui est adopté par la Commission européenne après un vote des Etats membres. Tous les BREF révisés depuis l'entrée en vigueur d'IED ont fait l'objet de « conclusions sur les MTD ».

Les conclusions sur les MTD sont disponibles dans toutes les langues de l'Union européenne. En revanche, la version officielle des documents BREF est une version anglaise. Au niveau national, la totalité des BREF élaborés jusqu'en 2009 a fait l'objet d'une traduction (la seule version faisant foi restant toutefois la version anglaise) et, pour la plupart d'entre eux, d'un résumé technique centré sur les MTD reprenant les informations essentielles du BREF. (INERIS, 2019)

L'objectif de ces « BREF » est double (Perrin et al., 2010) :

- ❖ Un catalogue de procédés existants en Europe, éprouvés industriellement pour les activités industrielles définies dans l'annexe I de la directive IPPC.
- ❖ Un outil d'aide à la décision d'une part, pour l'inspecteur étudiant une demande d'autorisation à exploiter et d'autre part, pour les responsables d'une activité qui

doivent définir leur politique environnementale en justifiant de l'utilisation de meilleures techniques disponibles.

L'autorité compétente doit utiliser les « BREF » lors de l'examen des demandes d'autorisation et de la définition des conditions d'autorisation. Cela traduit l'aspect juridique du « BREF ». Par ailleurs, les industriels doivent également s'appuyer sur ces documents pour montrer qu'ils utilisent des meilleures techniques disponibles ou bien que les techniques qu'ils appliquent ont des performances environnementales équivalentes aux MTD des « BREF » (**Commission des communautés Européennes, 2003**).

II.4.3. Structure des « BREF »

Les BREF contiennent, pour un secteur donné :

- Un état des lieux technico-économique du secteur ;
- Un inventaire des techniques mises en œuvre dans le secteur lors de la rédaction du BREF ;
- Un inventaire des consommations et émissions associées ;
- Une présentation des techniques candidates aux MTD ;
- Un choix de celles retenues comme MTD, qui doit comprendre :
 - o les MTD et leur description,
 - o les informations nécessaires pour évaluer leur applicabilité,
 - o les niveaux d'émission associés aux MTD (appelés NEA-MTD ou BAT-AEL)
 - o les mesures de surveillance associées,
 - o les niveaux de consommation associés,
 - o et, s'il y a lieu, les mesures pertinentes de remise en état du site ;
- Une présentation des techniques émergentes.

Sept chapitres composent ce document. Tous les « BREF » possèdent la même structure. Le détail est présenté dans le tableau II.2 (**CE, 2006**).

Tableau II.2. Contenu des « BREF » par chapitre

Chapitre	Contenu
1. <i>Informations générales</i>	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Communique les données générales sur le secteur industriel concerné en Europe et par état membre (nombre de sites industriels, taille, distribution géographique, capacité de production, etc...) ➤ Indique les impacts environnementaux majeurs.
2. <i>Procédés et techniques</i>	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Décrit les procédés et techniques de production utilisés dans le secteur et leurs incidences environnementales.
3. <i>Emissions actuelles et niveaux de consommation</i>	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Détermine, pour chaque procédé, des niveaux d'émission et de consommation observés concernant la consommation d'eau, les eaux usées, la consommation d'énergie, les émissions dans l'air, les déchets solides rejetés, les émissions non contrôlées (fuites...)
4. <i>Techniques à considérer pour la détermination des MTD (« techniques candidates aux MTD »)</i>	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Présente les techniques de réduction des émissions et les techniques de contrôle, maîtrise, traitement, recyclage (...) considérées comme les plus pertinentes pour la détermination des MTD et des conditions d'autorisation. Il peut s'agir de « techniques industrielles » ou de « management associé ». ➤ Indique les niveaux de consommation et d'émission qu'il est possible d'atteindre avec la technique considérée. ➤ Donne une estimation des coûts et des impacts croisés posés par la technique, ➤ Précise dans quelle mesure la technique est applicable, en général ou pour un cas particulier, aux installations nécessitant des autorisations en matière de prévention et de réduction de la pollution (par exemple aux installations nouvelles, existantes, de petite ou de grande dimension)
5. <i>Meilleures Techniques Disponibles (« techniques considérées MTD »)</i>	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Présente les techniques et les niveaux d'émission et de consommation décrits au chapitre 4 jugés compatibles avec les MTD au sens général. ➤ Apporte de plus des indications générales sur les fourchettes de niveaux d'émission et/ou de consommation qu'il est possible de considérer comme des valeurs de référence appropriées à la détermination de conditions d'autorisation reposant sur les MTD ou à l'établissement de prescriptions contraignantes générales pour les textes réglementaires.
6. <i>Techniques émergentes</i>	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Présente l'identification de toute nouvelle technique en développement. ➤ Aborde : l'efficacité potentielle, l'estimation des coûts, etc.
7. <i>Conclusions et remarques</i>	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Cette partie est consacrée aux discussions (divergence et consensus) au sujet des techniques candidates aux MTD ou lors de la détermination des MTD.

II.4.4. Liste des BREF adoptés

Tous les BREF officiels sont présentés dans le tableau suivant :

D'après (EIPPCB, 2019).

Tableau II.3. BREF Officiels de l'Union Européenne

Code	Titre	Version	Conclusions sur les MTD
Industrie d'activités énergétiques			
REF	Raffinerie (Avril 2015)	Version Anglaise	BAT Conclusions 10/2014 corrigées Conclusions sur les MTD Corrigées
LCP	Grandes Installations De Combustion (Juillet 2017)	Version Anglaise	BAT conclusions 07/2017 Conclusions sur les MTD
Production et transformation des métaux			
I&S	Acierie (mars 2012)	Version Anglaise	BAT conclusions 03/2012 Conclusions sur les MTD
FMP	Transformation des métaux ferreux (Décembre 2005)	Version Anglaise Version Française	
SF	Forage et Fonderie (Mai 2005)	Version Anglaise Version Française	
NFM	Industrie des métaux non-ferreux (Juin 2016)	Version Anglaise	BAT conclusions 06/2016 Conclusions sur les MTD corrigées
STM	Traitement de surface des métaux et des matières plastiques (Août 2006)	Version Anglaise Version Française	
Industrie minière			
CLM	Production de ciment, chaux et magnésie (avril 2013)	Version Anglaise	BAT conclusions 04/2013 Conclusions sur les MTD corrigées
GLS	Verrerie (Mars 2012)	Version Anglaise	BAT conclusions 03/2012 Conclusions sur les MTD corrigées
CER	Céramique (août 2017)	Version Anglaise Version Française	
Industrie chimique			
LVOC	Chimie organique (Novembre 2017)	Version Anglaise	BAT conclusions 11/2017 Conclusions sur les MTD corrigées
OFC	Chimie fine organique (août 2006)	Version Anglaise Version Française	
LVIC-AAF	Chimie inorganique-ammoniac, acides et engrais (août 2007)	Version Anglaise Version Française	
LVIC-S	Chimie inorganique -produits solides et autres (août 2007)	Version Anglaise Version Française	
SIC	Chimie inorganique et spécialités (août 2007)	Version Anglaise Version Française	
POL	Polymères (août 2007)	Version Anglaise Version Française	
CAK	Industrie de chlore et de soude (Octobre 2014)	Version Anglaise	BAT conclusions 12/2013 Conclusions sur les MTD corrigées
CWW	Systèmes communs de traitement et de gestion des eaux et des gaz résiduels dans l'industrie chimique (mai 2016)	Version Anglaise	BAT conclusions 05/2016 Conclusions sur les MTD corrigées
Gestion des déchets			
WT	Traitement des déchets (Octobre 2018)	Version Anglaise	BAT conclusions 08/2018 Conclusions sur les MTD corrigées
WI	Incinération des déchets (Décembre 2019)	Version anglaise	BAT conclusions 12/2019 Conclusions sur les MTD corrigées
Autres activités			
PP	Production de pâte à papier et de carton (Avril 2015)	Version Anglaise	BAT conclusions 09/2014 Conclusions sur les MTD corrigées
TXT	Textile (Juillet 2003)	Version Anglaise Version Française Version interactive	
TAN	Tannerie (Février 2013)	Version anglaise	BAT conclusions 02/2013 Conclusions sur les MTD corrigées

SA	Abattoirs et équarrissage (mai 2005)	Version Anglaise Version Française	
FDM	Industries agro-alimentaires et laitières (Décembre 2019)	Version anglaise	BAT conclusions 12/2019 Conclusions sur les MTD corrigées
IRPP	Elevage intensif de volailles et de porcins (Février 2017)	Version anglaise	BAT conclusions 02/2017 Conclusions sur les MTD corrigées
STS	Traitement de surface utilisant des solvants (Décembre 2020)	Version anglaise	BAT conclusions 12/2020 Conclusions sur les MTD corrigées
WBP1	Fabrication de panneaux à base de bois (Novembre 2015)	Version anglaise	BAT conclusions 11/2015 Conclusions sur les MTD corrigées
BREF transversaux			
ROM	Principes généraux de surveillance (août 2018)	Version anglaise	
EFS	Emissions dues au stockage des matières dangereuses ou en vrac (Juillet 2006)	Version anglaise Version Française	
ECM	Aspects économiques et effets-milieux (Juillet 2006)	Version anglaise Version Française	
ICS	Système de refroidissement industriel (Décembre 2001)	Version anglaise Version Française	
ENE	Efficacité Energétique (Février 2009)	Version anglaise Version Française	
BREF hors champ directive IED			
MWEI	Gestion des résidus d'industries extractives (décembre 2018) Directive 2006/21/CE du 15 mars 2006	Version anglaise	

II.5. Expérience du transfert de l'approche IPPC et l'introduction des MTD dans le monde et dans les pays méditerranéens

II.5.1. Dans le monde

Dans la littérature, il y a quelques études de cas qui décrivent le transfert de l'approche de l'UE pour la prévention et le contrôle intégrés de la pollution dans d'autres contextes. L'un d'eux est l'article de Miller (**Miller et al., 2008**), comprenant des références à des programmes de prévention de la pollution aux Etats-Unis ; Zarker et Kerr (**Zarker & Kerr, 2008**), décrivent également certains programmes de pollution développés durant les dernières années.

Enfin dans l'étude de Calia et al. (**Calia et al., 2009**), ils ont envisagé des programmes de prévention de la pollution, en accordant une attention à un programme spécifique à une compagnie multinationale.

Un autre document est celui de Cagno et al. (**Cagno et al., 2005**), qui fournit une analyse de plus de 130 projets de programmes de prévention de la pollution dans de nombreuses entreprises et pays, avec une attention plus détaillée aux Etats-Unis. La contribution la plus importante est le rapport technique du Centre national de l'innovation environnementale du bureau de la politique, de l'économie et de l'innovation de l'Agence américaine de protection

de l'environnement (**US Agency of Environmental Protection, 2008**), qui traite la description du système IPPC adoptée au Royaume-Uni et évalue son potentiel d'adaptation au cadre législatif des États-Unis (**Rodriguez et al., 2013**).

Au Canada, existent également des initiatives au sujet des programmes de pollution. Le champ d'application principal étant d'influencer l'industrie pour répondre aux besoins de développement durable. Une de ces initiatives est : les programmes de durabilité de la région de Toronto, qui fournit de l'aide aux entreprises dans la mise en œuvre de la prévention de la pollution (**Granek & Hassanali, 2006**).

L'étude de Sarmiento examine le projet de prévention de la pollution de l'environnement de l'Équateur qui vise à promouvoir une production plus propre dans les entreprises (**Sarmiento, 2004**).

Dans leur étude Hoque et Clarke (**Hoque & Clarke, 2012**), traitent la prévention de la pollution avec une attention particulière sur le Bangladesh. L'étude indique que les initiatives de prévention de la pollution sont sous-utilisées par rapport aux pays développés.

D'autres rapports portant sur la convergence des politiques de la législation environnementale ont été préparés à cet effet. L'un de ces rapports est celui intitulé «Convergence avec la législation environnementale de l'UE en Europe Orientale, au Caucase et l'Asie Centrale », dont l'objectif principal était de développer une feuille de route pour la convergence de la législation environnementale dans les Nouveaux États indépendants (NEI) vers les directives de l'UE, parmi eux, la directive IPPC.

Un autre rapport qui peut être pris en compte est celui intitulé « Convergence with EU IPPC Policies: Short Guide for ENP Partners and Russia » (convergence avec les politiques IPPC de l'UE: Petit guide pour les pays voisins partenaires de l'Europe et la Russie), dans lequel la Commission Européenne fournit des informations sur la politique environnementale de l'UE et de la législation pour ces pays dans des domaines clés, l'un d'eux, la «pollution industrielle», y compris la directive IPPC.

II.5.2. Dans les pays méditerranéens (Projet BAT4MED)

Pour stimuler les meilleures techniques disponibles dans les pays méditerranéens partenaires « PMP », Le projet BAT4MED « Boosting BAT in the Mediterranean Partner

Countries » vise à transférer le système de l'UE de prévention et de contrôle intégré de la pollution (IPPC) à des contextes extra-européens et en particulier pour les pays méditerranéens partenaires (PMP). L'un des objectifs spécifiques du projet est d'analyser comment cette approche peut contribuer activement à réduire les pressions environnementales négatives découlant des activités industrielles des trois pays participant au projet: à savoir l'Egypte, le Maroc et la Tunisie.

Au cours du projet BAT4MED, différentes études ont été élaborées sur les MTD basées sur la mise en œuvre de la méthodologie élaborée par Daddi & al (**Daddi et al., 2012**): A method to implement BAT (Best Available Techniques) in South Mediterranean countries: the experience of BAT4MED project) développée dans les premiers stades du projet. Cette méthodologie est basée sur le document d'orientation européenne (2012/119/UE) et la méthodologie flamande développée par Dijkmans (**Dijkmans, 2000**) et celle de Polders et al. (Polders et al., 2012) pour la collecte de données et l'élaboration de rapports sur les MTD.

D'autres documents existants ont été consultés pour effectuer les ajustements nécessaires sur la méthodologie de l'étude tels que celui de Giner-Santonja et al. (**Giner-Santonja, et al., 2012**), qui présente une méthode d'évaluation des MTD proposant des critères d'évaluation basés sur les aspects économiques, environnementaux et la santé des travailleurs ainsi que celle fournie par Ibáñez-Forés et al. (**Ibáñez-Forés et al., 2013**) pour identifier des MTD viables et durables (cet article est basé sur une étude de cas visée sur l'industrie espagnole des carreaux de céramique).

Pour les exigences du projet BAT4MED, les derniers ajustements ont été faits à ce sujet afin d'intégrer les éléments spécifiques des pays lors du transfert de la méthodologie.

II.6. Possibilité du transfert de l'approche IPPC et l'introduction des MTD en Algérie

Dans le but d'analyser la possibilité du transfert de l'approche IPPC en Algérie, nous avons, en premier lieu, effectué une analyse de la base juridique algérienne afin d'élaborer un scénario de référence selon les principes du système IPPC et d'extraire les écarts.

II.6.1. Analyse de la politique environnementale en Algérie pour l'importation de l'approche IPPC

L'analyse de la politique environnementale en Algérie est basée sur les cinq principes de l'approche IPPC à savoir : l'approche Intégrée, les Meilleures Techniques Disponibles « MTD », la flexibilité, les inspections environnementales et la participation du public. Le but

de cette analyse est d'assurer un bon transfert et mise en œuvre de l'approche IPPC. Pour aboutir aux objectifs visés par cette analyse, nous proposons la méthodologie suivante :

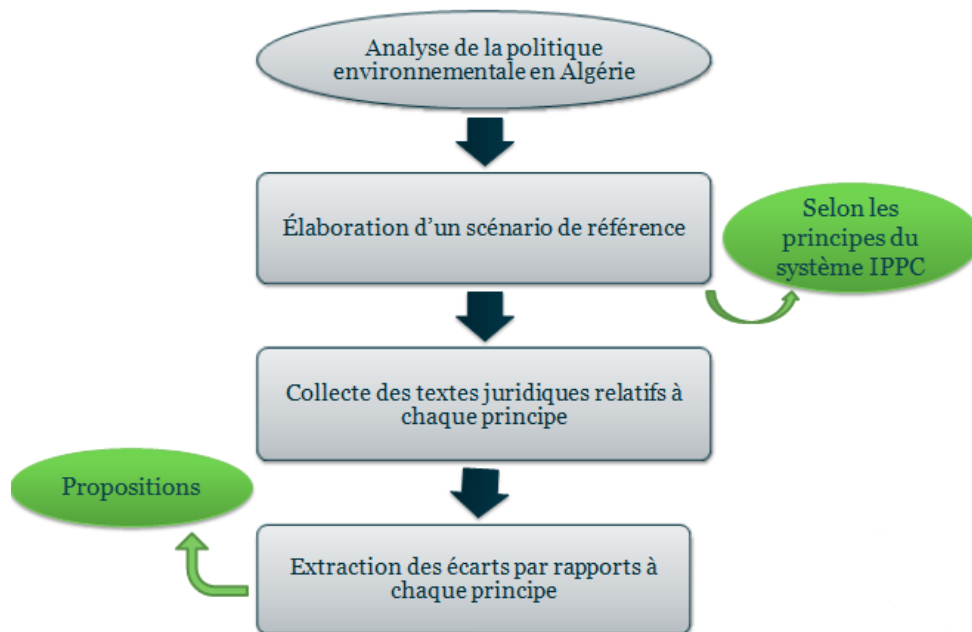


Figure II.3. Étapes de l'analyse de la politique environnementale en Algérie

II.6.1.1. Elaboration d'un scénario de référence

A. Approche Intégrée

La structure législative actuelle en Algérie en matière de protection de l'environnement trouve ses origines dans une étude entreprise à la fin des années 1970, pour créer une structure institutionnelle couvrant tous les aspects de la conservation de la nature.

Entre 1983 et 1984, un arsenal juridique important a été mis en place afin de permettre à l'Algérie de se mettre en conformité avec les engagements internationaux auxquels l'Algérie a souscrit et afin d'assurer la prise en charge des questions environnementales dans la perspective d'un développement durable (MATE, 2006).

Ceci a abouti à l'adoption de plusieurs lois majeures concernant l'environnement.

Finalement les enjeux environnementaux d'importance croissante et la signature par l'Algérie d'importantes conventions internationales relatives à l'environnement (telles que celles de Rio en 1992 et de Kyoto en 1997) ont entraîné l'actualisation de la réglementation relative à la protection de l'environnement avec l'adoption récente de la loi 03-10 sur la protection de l'environnement, qui est maintenant au cœur de la structure législative actuelle de l'Algérie en ce qui concerne l'environnement.

L'engagement de l'Algérie en matière de protection de l'environnement est clair sur les trois niveaux : national, international, et institutionnel.

a. Contexte réglementaire Algérien (Collecte des textes juridiques algériens)

➤ **Sur le plan national**

→ *La loi 03-10 du 19 juillet 2003*

La législation clé régulant la protection de l'environnement, a fait l'objet d'une récente mise à niveau par l'adoption de la loi 03-10 du 19 juillet 2003, abrogeant la précédente loi 83-03 du 5 février 1983 sur la protection de l'environnement et introduisant des principes de gestion environnementale en conformité avec les dispositions adoptées à l'issue du sommet mondial pour le développement durable de Johannesburg en 2002.

La loi 03-10 définit les dispositions nationales pour la gestion de l'environnement et définit des mesures visant à réduire les atteintes portées à l'environnement et soutenir les processus de développement durable. Parmi les principes de la loi 03-10 figurent :

- La préservation des ressources naturelles;
- La mise en œuvre du principe de substitution, privilégiant le choix d'un moindre risque environnemental en remplacement de processus ayant un impact environnemental adverse, malgré le coût économique d'une telle substitution, pourvu que celui-ci justifie un gain environnemental correspondant,
- L'intégration des principes de protection de l'environnement et de promotion du développement durable dans la mise en œuvre des plans et des programmes,
- La prévention et la mitigation d'impacts environnementaux, privilégiant la réduction de l'impact à la source,
- Le principe de précaution,
- Le principe du pollueur payeur,
- L'information et la participation du public, des acteurs du secteur privé et de l'administration publique sur les questions environnementales.

Dans ce cadre, la loi 03-10 propose notamment des incitations financières et fiscales pour encourager le secteur industriel à intégrer l'élimination ou la réduction de l'impact environnemental dans leurs activités.

- **La loi 04-20 du 20 décembre 2004** : Établit des règles de prévention des risques majeurs et de réaction aux accidents dans le cadre d'une stratégie de développement durable.
- **Le décret 98-339 du 03 novembre 1998** : Définit une nomenclature des installations classées susceptibles de générer des nuisances ou de présenter des dangers pour la santé des personnes ou pour l'environnement.
- **Le décret exécutif 90-78 du 27 février 1990** : définit le contenu d'une étude d'impact sur l'environnement
- **La Loi n°01-19 du 12/12/2001** : relative à la gestion, au contrôle et à l'élimination des déchets, définit les principes de base qui conduisent à une gestion intégrée des déchets, de leur génération à leur élimination.
- **La loi relative aux hydrocarbures n° 05-07 du 28 Avril 2005, promulguée le 19 Juillet 2005** : La loi relative aux hydrocarbures fait obligation à tout contractant d'exploiter les ressources en hydrocarbures en utilisant des moyens efficaces et rationnels afin d'assurer une conservation optimale du gisement, tout en respectant les règles de protection de l'environnement (article 3).

Il est fait obligation à toute personne devant entreprendre une activité régie par cette loi de soumettre pour approbation à l'autorité de régulation des hydrocarbures une étude d'impact sur l'environnement (article 18), ainsi qu'un plan de gestion de l'environnement (article 17).

Elle exige le plus strict respect des obligations et prescriptions afférentes à la santé, sécurité du personnel, à l'hygiène et à la salubrité publique, à l'environnement, aux intérêts archéologiques, enfin à toutes les lois et règlements en vigueur en matière de protection de l'environnement. Elle fait également l'obligation sur les contractants et opérateurs à tout entreprendre pour prévenir tous les risques qui sont inhérents à leurs activités (article 16).

- **Le décret exécutif 06-198 du 31 Mai 2006** : Définit la réglementation applicable aux établissements classés pour la protection de l'environnement.

➤ **Sur le plan international**

Les conventions et accords internationaux sur l'environnement dont l'Algérie est signataire se résument sur le tableau ci-après et sont extraits du journal officiel de la république algérienne (**J.O.R.A, 1972; J.O.R.A, 1992; J.O.R.A, 1993-1; J.O.R.A, 1994-1; J.O.R.A,**

1995; J.O.R.A, 1998-1; J.O.R.A, 1998-2; J.O.R.A, 2000; J.O.R.A, 2003-1; J.O.R.A, 2004-2) (J.O.R.A, 2004-3; J.O.R.A, 2004-4; J.O.R.A, 2006-5)

Tableau II.4. Conventions et accords internationaux sur l'environnement

Texte	Objectifs
Ordonnance 72-17	Portant ratification de la convention internationale sur la responsabilité civile pour les dommages dus à la pollution, par les hydrocarbures, signée à Bruxelles, le 29 novembre 1969
Ordonnance 74-55	Portant ratification de la convention internationale relative à la création d'un fond international d'indemnisation pour les dommages dus à la pollution par les hydrocarbures, faite à Bruxelles le 18 décembre 1971
Décret 81-03	Portant ratification de protocole de coopération en matière de lutte contre la pollution de la méditerranée par les hydrocarbures et autres substances nuisibles en cas de situation critique, fait à Barcelone le 16 février 1976.
Décret présidentiel 92-354	Portant adhésion à la convention de Vienne pour la protection de la couche d'ozone, signée à Vienne le 22 mars 1985.
Décret présidentiel 92-355	Portant adhésion au protocole de Montréal relatif à des substances qui appauvrissent la couche d'ozone, signée à Montréal le 16 septembre 1987, ainsi qu'à ses amendements de Londres de 1990.
Décret présidentiel 93-99	Portant ratification de la convention cadre des Nations Unies sur les changements climatiques adoptés par l'assemblée générale des Nations Unies le 09 mai 1992.
Décret présidentiel 95-163	Portant ratification de la convention sur la diversité biologique, signée à Rio de Janeiro le 05 juin 1992.
Décret présidentiel 98-158	Portant adhésion, avec réserve à la convention de Bâle sur le contrôle des mouvements transfrontières des déchets dangereux et de leur élimination.
Décret présidentiel 98-124	Portant ratification du protocole de 1992, modifiant la convention internationale relative à la création d'un fond international d'indemnisation pour les dommages dus à la pollution par les hydrocarbures.
Décret présidentiel 04-144	Portant ratification du protocole de Kyoto à la convention cadre des Nations Unies sur les changements climatiques, fait à Kyoto, le 11 décembre 1997.
Décret présidentiel 04-170	Portant ratification du protocole de Carthage sur la prévention des risques biotechnologiques relatif à la convention sur la diversité biologique, adopté à Montréal le 29 janvier 2000.
Décret présidentiel 04-326	Portant ratification de la convention internationale de 1990 sur la préparation, la lutte et la coopération en matière de pollution par les hydrocarbures, faite à Londres le 30 novembre 1990.
Décret présidentiel n°06-206 du 7 juin 2006	Portant ratification de la convention de Stockholm sur les polluants organiques persistants, adoptée à Stockholm le 22 mai 2001.

➤ Sur le plan institutionnel

Un certain nombre d'instruments ont été mis en place ayant pour mission l'appui à la modernisation des techniques et mesures de protection de l'environnement (**MATE, 2006**):

- Le centre national de technologies plus propres (CNTPP) qui prône le développement des techniques de production plus propres et de réduction des déchets.
- L'observatoire national de l'environnement et du développement durable (ONEDD) qui encourage et institutionnalise la surveillance des installations et des sites ainsi que la caractérisation des déchets.

- Le centre national de formations à l’environnement : CNFE.
- L’agence nationale des déchets (AND) qui appuie la promotion et la vulgarisation de la gestion et de la valorisation des déchets.
- Les directions de Wilayas et les Inspections régionales de l’environnement :
- Le Centre National du Développement des Ressources Biologiques (CNDRB)
- Le Commissariat au littoral
- L’Autorité de régulation des risques biologiques
- La Délégation aux risques majeurs

➤ **Emissions atmosphériques**

Les textes et articles réglementant les émissions atmosphériques sont résumés dans les tableaux (II.5) et (II.6) (J.O.R.A, 1993-1; J.O.R.A, 2000; J.O.R.A, 2004-2; J.O.R.A, 2006-1; J.O.R.A, 2006-2; J.O.R.A, 2007-1; J.O.R.A, 2013)

Tableau II.5. Textes réglementaires régissant la protection de l’atmosphère

Domaine	Nature	Obligation
Air	Décret	→ Décret exécutif n°06-138 du 15 avril 2006 réglementant l’émission dans l’atmosphère de gaz, fumées, vapeurs, particules liquides ou solides, ainsi que les conditions dans lesquelles s’exerce leur contrôle. → Décret exécutif n° 06-02 du 7 janvier 2006 définissant les valeurs limites, les seuils d’alerte et les objectifs de qualité de l’air en cas de pollution atmosphérique. → Décret exécutif n° 07-207 du 30 juin 2007 réglementant l’usage des substances qui appauvrissent la couche d’ozone, de leurs mélanges et des produits qui en contiennent
	Conventions et accords internationaux	→ Décret présidentiel n°92-354 du 23 septembre 1992, portant adhésion à la convention de Vienne pour la protection de la couche d’ozone, signée à Vienne 22 mars 1985. → Décret présidentiel n°92-355 du 23 septembre 1992, portant adhésion au protocole de Montréal relatif à des substances qui appauvrissent la couche d’ozone, signé à Montréal le 16 septembre 1987, ainsi qu’à ses amendements de Londres de 1990. → Décret présidentiel n°93-99 du 10 avril 1993, portant ratification de la convention cadre des Nations Unies sur les changements Climatiques adoptée par l’Assemblée générale des Nations Unies le 9 mai 1992. → Décret présidentiel n° 04-144 du 28 avril 2004, portant ratification du protocole de Kyoto à la convention cadre des Nations unies sur les changements climatiques, fait à Kyoto, le 11 décembre 1997. → Décret présidentiel n°07-94 du 19 mars 2007 portant ratification de l’amendement au protocole de Montréal relatif aux substances qui appauvrissent la couche d’ozone, adopté à Beijing le 3 décembre 1999 → Décret présidentiel n°06-206 du 7 juin 2006 portant ratification de la convention de Stockholm sur les polluants organiques persistants, adoptée à Stockholm le 22 mai 2001.

Dans le tableau II-6 les articles du décret N°06-138 régissant les émissions atmosphériques.

Tableau II.6. Articles pertinents des textes réglementaires régissant la protection de l’atmosphère (J.O.R.A, 2006-2).

Nature	Titre	Réf	Date	Articles pertinents	Obligation
Décret	Réglementant l’émission dans l’atmosphère de gaz, fumées, vapeur, particules solides, ainsi que les conditions dans lesquelles s’exerce leur contrôle.	N°06-138	15-04-2006	Art 3	Les valeurs limites des rejets atmosphériques sont celles fixées en annexe du présent décret (voir tableau ci-dessous). Toutefois, en attendant la mise à niveau des installations industrielles anciennes dans un délai de 5 ans, les limites des rejets atmosphériques prennent en charge l’ancienneté des installations industrielles en déterminant une tolérance pour les rejets atmosphériques émanant de ces installations. Ces valeurs sont fixées en annexe du présent décret.

Les valeurs-limites des rejets atmosphériques, fixées par le décret n°06-138, sont présentées dans le tableau II.7 :

Tableau II.7. Valeurs limites des rejets atmosphériques (J.O.R.A, 2006-2)

Paramètres	Unité	Valeurs limites	Tolérance des valeurs limites anciennes installations
Oxyde d’azote	Mg/Nm3	200	300
Oxyde de carbone	Mg/Nm3	150	200
Composés organiques volatils	Mg/Nm3	150	200
Particules	Mg/Nm3	30	50

➤ **Substances dangereuses, radioactives et explosives**

Les textes réglementant la manipulation, l’utilisation ainsi que l’élimination des substances dangereuses, radioactives et explosives, sont présentés dans les tableaux suivants (II.8 et II.9). (J.O.R.A, 1987; J.O.R.A, 1994-2; J.O.R.A, 1999-1; J.O.R.A, 1999-2; J.O.R.A, 2003-2; J.O.R.A, 2004-1; J.O.R.A, 2005-1; J.O.R.A, 2005-2; J.O.R.A, 2009-2; J.O.R.A, 2012)

Tableau II.8. Décrets pertinents des textes réglementaires régissant les substances dangereuses, radioactives et explosives.

Domaine	Nature	Obligation
Substances dangereuses, Radioactives et explosives	Décrets et arrêtés	<ul style="list-style-type: none"> → Décret présidentiel n°99-64 du 15 mars 1999 modifiant et complétant certaines dispositions du décret présidentiel n° 90-198 du 30 Juin 1990 portant réglementation des substances explosives. → Décret exécutif n° 09-132 du 8 Octobre 2009 modifiant le décret exécutif n°99-95 du 19 avril 1999, relatif à la prévention des risques liés à l’amiante. → Arrêté interministériel du 30 juin 1999, relatif à la protection de la population contre les risques sanitaires liés à une exposition à l’amiante dans les immeubles bâtis. → Arrêté interministériel du 01 octobre 2003, relatif à la protection des travailleurs contre les risques d’inhalation des poussières d’amiante. → Décret N°87.182 du 18 août 1987, relatif aux huiles à base de polychlorobiphényle (PCB), aux équipements qui en contiennent et aux matériaux contaminés par les PCB. → Décret n°05-119 du 11 avril 2005 relatif à la gestion des déchets radioactifs. → Décret exécutif n° 03-452 du 1er décembre 2003 fixant les conditions particulières relatives au transport routier de matières dangereuses. → Décret exécutif n°05-08 du 8 Janvier 2005 relatif aux prescriptions particulières applicables aux substances, produits ou préparations dangereuses en milieu de travail → Arrêté interministériel du 20 Janvier 2011 définissant les niveaux d’intervention, d’action et de dose en cas de situation d’urgence radiologique ou nucléaire. → Arrêté interministériel du 20 Janvier 2011 fixant la signalisation particulière des zones réglementées contenant des sources de rayonnements ionisants. → Arrêté interministériel du 10 août 1993 portant classification des matières et objets explosibles.

Tableau II.9. Décrets et articles pertinents des textes réglementaires régissant les substances dangereuses, radioactives et explosives (**J.O.R.A, 1987**)

Nature	Titre	Réf	Date	Articles pertinents	Obligation
Décret	Relatif aux huiles à base de polychlorobiphényle (PCB), aux équipements qui en contiennent et aux matériaux contaminés par ce produit	N°87-182	18-08-1987	Article 2	Sont interdits, l’importation, la fabrication, l’installation, l’achat, la vente, la cession à titre gratuit ou onéreux des huiles à base de PCB.
				Article 15	Sont interdits, l’importation, la fabrication, l’installation, l’achat, la vente, la cession à titre gratuit ou onéreux des huiles à base de PCB.
				Article 17	Sont interdits, l’importation, la fabrication, l’installation, l’achat, la vente, la cession à titre gratuit ou onéreux des huiles à base de PCB.

➤ **Installations classées pour la protection de l’environnement**

Les textes normalisant l’exploitation des installations classées sont :

Tableau II.10. Textes réglementaires régissant les installations classées (J.O.R.A, 2006-4; J.O.R.A, 2007-2)

Domaine	Nature	Obligation
Installations classées	Décrets	<ul style="list-style-type: none"> → Décret exécutif n° 06-198 du 31 mai 2006 fixant la réglementation applicable aux installations classées pour la protection de l'environnement. → Décret exécutif n°07-144 du 19 mai 2007 fixant la nomenclature des installations classées pour la protection de l'environnement.

➤ **Déchets**

Les lois et décrets relatifs à la gestion des déchets sont récapitulés dans le tableau II.11 (J.O.R.A, 1984; J.O.R.A, 1998-2; J.O.R.A, 2001; J.O.R.A, 2002; J.O.R.A, 2003-3; J.O.R.A, 2004-5; J.O.R.A, 2006-3; J.O.R.A, 2006-5; J.O.R.A, 2009-1; J.O.R.A, 2014)

Tableau II.11. Lois et décrets pertinents des textes réglementaires régissant les déchets.

Domaine	Nature	Obligation
Déchets	Loi	Loi n°01-19 du 12 décembre 2001, relative à la gestion, au contrôle et à l'élimination des déchets.
	Décrets et Arrêtés	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Décret n°84-378 du 15 décembre 1984, fixant les conditions de nettoyage, d'enlèvement et du traitement des déchets solides urbains. ➤ Décret présidentielle n°98-158 du 16 mai 1998, portant adhésion, avec réserve, à la Convention de Bâle sur le contrôle des mouvements transfrontières des déchets dangereux et de leur élimination. ➤ Décret exécutif n°02-372 du 11 novembre 2002, relatif aux déchets d'emballages. ➤ Décret exécutif N°03-477 du 09 décembre 2003 fixant les modalités et les procédures d'élaboration, de publication et de révision du plan national de gestion des déchets spéciaux. ➤ Décret exécutif N°03-478 du 09 décembre 2003, définissant les modalités de gestion des déchets des activités de soins. ➤ Décret exécutif n° 04-409 du 14 décembre 2004 fixant les modalités de transport des déchets spéciaux dangereux. ➤ Décret présidentiel n°06-170 du 22 mai 2006 portant ratification de l'amendement à la convention de Bâle sur le contrôle des mouvements transfrontières de déchets dangereux et de leur élimination, adopté à Genève le 22 septembre 1995. ➤ Décret présidentiel n°06-206 du 7 juin 2006 portant ratification de la convention de Stockholm sur les polluants organiques persistants, adoptée à Stockholm le 22 mai 2001. ➤ Arrêté Interministériel du 2 septembre 2013 fixant les caractéristiques techniques des étiquettes des déchets spéciaux dangereux. ➤ Décret exécutif n°09-19 du 20 janvier 2009 portant réglementation de l'activité de collecte des déchets spéciaux

Dans le tableau II.12, une présentation des articles pertinents des textes réglementaires régissant les déchets.

Tableau II.12. Articles pertinents des textes règlementaires régissant les déchets. (J.O.R.A, 2001; J.O.R.A, 2006-7)

Nature	Titre	Réf	Date	Art. pertinents	Obligation
Loi	Relative à la gestion, au contrôle et à l'élimination des déchets	N° 01-19	12-12-2001	Art. 7	Tout générateur et/ou détenteur de déchets est tenu d'assurer ou de faire assurer la valorisation des déchets engendrés par les matières qu'il importe ou écoule et les produits qu'il fabrique.
				Art. 8	Lorsque le générateur et/ou le détenteur de déchets est dans l'impossibilité d'éviter de générer et/ou de valoriser ses déchets, il est tenu d'assurer ou de faire assurer, à ses frais, l'élimination de ses déchets de façon écologiquement rationnelle, conformément aux dispositions de la présente loi et de ses textes d'application
				Art. 15	Les déchets spéciaux ne peuvent être traités que dans des installations autorisées par le ministre chargé de l'environnement conformément aux dispositions réglementaires en vigueur.
				Art. 17	Le mélange de déchets spéciaux dangereux avec d'autres déchets est interdit.
				Art. 19	Il est interdit à tout générateur et/ou détenteur de déchets spéciaux dangereux de les remettre ou de les faire remettre à : toute autre personne que l'exploitant d'une installation autorisée pour le traitement de cette catégorie de déchets, tout exploitant d'une installation non autorisée pour le traitement desdits déchets. Toute personne qui remet ou fait remettre des déchets spéciaux dangereux est responsable des dégâts et dommages induits par la violation des dispositions du présent article autant que la personne ayant accepté les dits déchets.
				Art. 20	Le dépôt, l'enfouissement et l'immersion des déchets spéciaux dangereux dans des lieux autres que les sites et les installations qui leur sont réservés sont interdits.
			Art. 37	La collecte, le tri, le transport et la mise en décharge des déchets inertes sont à la charge de leurs générateurs. Le dépôt, le rejet et l'abandon des déchets inertes sont interdits sur tout site non désigné à cet effet et notamment sur la voie publique.	
Décret	Fixant la nomenclature des déchets y compris les déchets spéciaux dangereux.	N°06-104	28-02-2006	Art. 3	La nomenclature des déchets, y compris les déchets spéciaux dangereux, est constituée par les listes suivantes : - La liste des déchets ménagers et assimilés et des déchets inertes fixés à l'annexe 2 du présent décret. - La liste des déchets spéciaux y compris les déchets spéciaux dangereux fixée à l'annexe 3 du présent décret. Cette nomenclature fera l'objet, en tant que de besoin d'une adaptation sur la base des progrès scientifiques et techniques en la matière.
				Art. 4	La nomenclature des déchets s'applique tous les déchets pouvant se présenter sous forme liquide, solide ou de boues et qu'ils soient destinés à des opérations de valorisation ou d'élimination

➤ **Emissions dans l'eau**

Les textes régissant la protection de l'eau sont présentés dans le tableau II-13 (**J.O.R.A, 1993-2; J.O.R.A, 1996; J.O.R.A, 2005-3; J.O.R.A, 2006-8; J.O.R.A, 2010**)

Tableau II.13. Textes réglementaires régissant la protection de l'eau

Domaine	Nature	Obligation
Eau	Lois	Loi n°83-17 du 16 juillet 1983, portant code des eaux, modifiée et complétée par l'Ordonnance n°96-13 du 15 juin 1996. Loi n° 05-12 du 28 Joumada Ethania 1426 correspondant au 4 août 2005 relative à l'eau.
	Décrets	Décret exécutif n°93-163 du 10 juillet 1993, portant institution d'un inventaire du degré de pollution des eaux superficielles. Décret exécutif n°06-141 du 19 avril 2006 définissant les valeurs limites des rejets d'effluents liquides industriels. Décret exécutif n°10-23 du 12 Janvier 2010 fixant les caractéristiques techniques des systèmes d'épuration des eaux usées
	Ordonnance	L'Ordonnance n°96-13 du 15 juin 1996. Modifiant et complétant la Loi n°83-17 du 16 juillet 1983, portant code des eaux

Les valeurs limites des paramètres de rejets d'effluents liquides industriels fixées par le Décret exécutif n°06-141 du 19 avril 2006 sont définies dans le tableau suivant :

Tableau II.14. Les valeurs limites des paramètres de rejets d'effluents liquides industriels (**J.O.R.A, 2006-8**)

Paramètres	Unité	Valeurs limites	Tolérance des valeurs limites anciennes installations
Ph	-	6,6 – 8,5	6,6 – 8,5
Température	°c	30	30
DBO 5	mg/l	35	40
DCO	mg/l	120	130
MES	mg/l	35	40
Huiles et graisses	mg/l	20	30
Hydrocarbures	mg/l	10	15

➤ **Nuisances sonores**

Quant aux normes sonores à respecter, les valeurs réglementaires présentées dans le décret 93-184 du 27 juillet 1993 (réglementant l'émission des bruits) (**J.O.R.A, 1993-3**) sont définies distinctement suivants les périodes de la journée, telles que les niveaux sonores maximums dans les zones d'habitation et dans les voies et lieux publics n'excèdent pas les valeurs définies dans le tableau ci-dessous :

Tableau II.15. Valeurs limites des émissions du bruit selon le décret 93-184 (J.O.R.A, 1993-3)

Localisation	Période diurne (6h à 22h)	Période nocturne (22h à 6h)
Zones d'habitations et dans les voies et lieux publics ou privés	70 dB	45dB
Voisinage immédiat des établissements hospitalier ou d'enseignement et dans les aires de repos et de détente.	45dB	40dB

Les limites de bruit définies ci-dessus sont applicables pour l'ensemble des conditions opératoires et un fonctionnement normal des installations.

L'exposition du personnel au bruit constitue une situation fréquente en milieu industriel, à cet effet le niveau d'exposition (niveau de pression équivalent mesuré sur une période de 8 heures) ne dépassera pas 85 dB en tout point distant de plus de 1 mètre de la surface d'un équipement et accessible au personnel.

Le niveau de crête (bruit à caractère impulsionnel) n'excède à aucun moment et en aucun lieu accessible au personnel la valeur limite de 135 dB.

➤ **Nuisance olfactive**

Dans l'environnement, l'étude des odeurs émises par une installation (par exemple, industrielle) nécessite des connaissances supplémentaires dans des domaines aussi variés que la dispersion atmosphérique pour décrire les phénomènes de transport des odeurs afin de caractériser le processus de formation des molécules odorantes ou pour préconiser le système de traitement le plus adapté. Sur le plan législatif, les émissions olfactives sont considérées comme une forme de pollution atmosphérique.

B. Meilleures Techniques Disponibles (MTD)

L'Algérie ne dispose pas encore d'un mécanisme national intégré pour encourager l'utilisation des MTD. Cependant, sur le plan économique, différents instruments viennent compléter les actions réglementaires et institutionnelles et, qui peuvent contribuer partiellement à l'intérieur de leurs zones d'intervention pour encourager les entreprises à la mise en œuvre de technologies propres et / ou à contrôler et prévenir la pollution, Tels que :

- Le fond pour l'environnement et la dépollution (FEDEP) qui a pour mission principale l'incitation à la reconversion des installations existantes obsolètes et polluantes vers des technologies de production plus propres et l'encouragement des projets

d'investissement intégrant des processus qui tiennent compte de la protection de l'environnement (MATE, 2006).

- La taxe forfaitaire affectée qui représente une taxe sur les activités polluantes ou dangereuses.
- Les Taxes écologiques d'orientation spécifiques définies par :
 - La Taxe d'incitation au " déstockage" des déchets industriels.
 - La Taxe d'incitation au déstockage des déchets liés aux activités de soins.
 - La Taxe complémentaire sur la pollution atmosphérique d'origine industrielle.
 - La Taxe relative aux activités polluantes ou dangereuses pour l'environnement (TAPD) (MATE, 2006).

C. Flexibilité

L'Algérie n'applique pas encore les limites d'émissions liées aux MTD. Toutefois, les sociétés d'exploitation doivent être conformes aux valeurs-limites pour les émissions fixées par la réglementation.

D. Les inspections environnementales

En Algérie, Le Ministère de l'Environnement et de l'Aménagement du Territoire est l'organisme concerné dans le domaine du contrôle, de la préservation de l'environnement et de la surveillance du respect de la conformité réglementaire au niveau industriel et, cela à deux niveaux :

- 1- L'approbation des études d'impact environnemental.
- 2- Le contrôle des niveaux d'émission.

Toute exploitation soumise à autorisation doit procéder à des contrôles périodiques de ses rejets et tenir à cet effet un registre indiquant la date et les résultats des analyses.

Le tableau suivant résume les textes et articles réglementaires régissant les contrôles périodiques environnementaux :

Tableau II.16. Textes et articles réglementaires régissant les contrôles périodiques environnementaux (J.O.R.A, 2006-2)

Nature	Titre	Référence	Date	Articles pertinents	Obligation
Décret exécutif	réglementant L'émission dans l'atmosphère de gaz, fumées, vapeurs, particules liquides ou solides, ainsi que les conditions dans lesquelles s'exerce leur contrôle.	n° 06-138	15 avril 2006	Section 3 : Du contrôle des rejets atmosphériques Art. 13	Les services habilités en la matière effectuent des contrôles périodiques et ou inopinés des rejets atmosphériques visant à s'assurer de leur conformité

					aux valeurs limites fixées en annexe du présent décret.
				Section 3 : Du contrôle des rejets atmosphériques Art. 14	Le contrôle des rejets atmosphériques comporte un examen des lieux, des mesures et analyses opérées sur place et des prélèvements d'échantillons aux fins d'analyses.

La législation algérienne a prévu plusieurs sanctions en fonction de la nature de l'atteinte environnementale. Des exemples de ces sanctions sont présentés dans le tableau suivant :

Tableau II.17 : Textes et articles régissant les sanctions relatives à la protection de l'environnement (J.O.R.A, 2003-4).

Nature	Titre	Chapitre	Articles pertinents
Loi N° 03-10 du 19 19 juillet 2003 Relative à la protection de l'environnement dans le cadre du développement durable.	Titre VI Dispositions pénales	Chapitre 1 Des sanctions relatives à la protection de la diversité biologique	Article 81 — Quiconque a, sans nécessité, abandonné et, publiquement ou non, exercé des sévices graves ou commis un acte de cruauté envers un animal domestique ou apprivoisé ou tenu en captivité, est puni d'un emprisonnement de dix (10) jours à trois (3) mois et d'une amende de cinq mille dinars (5.000 DA) à cinquante mille dinars (50.000 DA) ou de l'une de ces deux peines seulement. En cas de récidive, la peine est portée au double. Article 82 — Sont punies d'une amende de dix mille dinars (10.000 DA) à cent mille dinars (100.000 DA), les infractions aux dispositions de l'article 40 de la présente loi. Sera punie de la même peine toute personne qui : exploite un établissement d'élevage d'animaux d'espèces non domestiques, et procède à leur vente, leur location, leur transit ou un établissement destiné à la présentation au public de spécimens vivants de la faune locale ou étrangère sans l'obtention de l'autorisation requise en vertu de l'article 43 ci-dessus ; détient un animal domestique, un animal sauvage ou apprivoisé sans respecter les règles de détention mentionnées à l'article 42 ci-dessus. En cas de récidive, la peine est portée au double
		Chapitre 2 Des sanctions relatives aux aires protégées	Article 83 — Sont punies d'un emprisonnement de dix (10) jours à deux (2) mois et d'une amende de dix mille dinars (10.000 DA) à cent mille dinars (100.000 DA) ou de l'une de ces deux peines seulement, les infractions à l'article 34 de la présente loi. En cas de récidive, la peine est portée au double.
		Chapitre 3 Des sanctions relatives à la protection de l'air et de l'atmosphère	Article 84— Est punie d'une amende de cinq mille dinars (5000 DA) à quinze mille dinars (15.000 DA), toute personne dont le comportement contrevenant aux prescriptions visées à l'article 47 de la présente loi, engendre une pollution atmosphérique. En cas de récidive d'une peine d'emprisonnement de deux (2) mois à six (6) mois et d'une amende de cinquante mille dinars (50.000 DA) à cent cinquante mille dinars (150.000DA) ou de l'une de ces deux peines seulement.

		<p>Chapitre 4 Des sanctions relatives à la protection de l'eau et des milieux aquatiques</p>	<p>Article 100 — Le fait de jeter, déverser ou laisser écouler dans les eaux superficielles ou souterraines ou les eaux de la mer dans la limite des eaux sous juridiction algérienne, directement ou indirectement, une ou des substances quelconques dont l'action ou les réactions entraînent, même provisoirement, des effets nuisibles sur la santé de l'homme ou des dommages à la flore ou à la faune, ou des délimitations d'usage des zones de baignade, est puni de deux (2) ans d'emprisonnement et de cinq cent mille dinars (500.000 DA) d'amende.</p> <p>Lorsque l'opération de rejet est autorisée par arrêté, les dispositions de cet alinéa ne s'appliquent que si les prescriptions de cet arrêté ne sont pas respectées.</p> <p>Le tribunal peut également imposer au condamné de procéder à la restauration du milieu aquatique.</p> <p>Ces mêmes peines et mesures sont applicables au fait de jeter ou d'abandonner des déchets en quantité importante dans les eaux superficielles ou souterraines ou dans les eaux de la mer sous juridiction algérienne, sur les plages ou sur les rivages de la mer.</p>
		<p>Chapitre 5 Des sanctions relatives aux établissements classés</p>	<p>Article 101 — Les infractions sont constatées par les procès-verbaux des officiers de police judiciaire et des inspecteurs de l'environnement. Ces procès-verbaux sont dressés en double exemplaire dont l'un est adressé au wali et l'autre au procureur de la République.</p>
		<p>Chapitre 6 Des sanctions relatives à la protection contre les nuisances</p>	<p>Article 107 — Est puni de six (6) mois d'emprisonnement et de cinquante mille dinars (50.000 DA) d'amende le fait de mettre obstacle à l'accomplissement des contrôles par les agents chargés de procéder à la recherche et à la constatation des infractions aux dispositions de la présente loi.</p> <p>Article 108 — Est puni de deux (2) ans d'emprisonnement et de deux cent mille dinars (200.000 DA) d'amende le fait d'exercer une activité sans l'autorisation prévue à l'article 73 ci-dessus.</p>

E. La participation du public

Dans la réglementation algérienne, on trouve tout un chapitre (chapitre 6) sur « l'intervention des individus et des associations en matière de protection de l'environnement » dans la **loi 03-10 du 19 juillet 2003** sur la protection de l'environnement.

Les articles pertinents et entrants dans le cadre de la participation publique sont les suivants :

Article 35 : Les associations légalement constituées et exerçant leurs activités dans le domaine de la protection de l'environnement et de l'amélioration du cadre de vie, sont appelées à contribuer, à être consultées et à participer à l'action des organismes publics concernant l'environnement conformément à la législation en vigueur (**J.O.R.A, 2003-4**).

Article 36 : Sans préjudice des dispositions légales en vigueur, les associations visées à l'article 35 ci-dessus sont habilitées à agir devant les juridictions compétentes pour toute atteinte à l'environnement même pour des cas ne concernant pas leurs membres régulièrement affiliés. (**J.O.R.A, 2003-4**)

Article 37 : Les associations légalement agréées peuvent exercer les droits reconnus à la partie civile en ce qui concerne les faits portant un préjudice direct ou indirect aux intérêts collectifs qu'elles ont pour objet de défendre et constituant une infraction aux dispositions législatives relatives à la protection de l'environnement, à l'amélioration du cadre de vie, à la protection de l'eau, de l'air et de l'atmosphère, des sols et sous-sols, des espaces naturels, à l'urbanisme ou ayant pour objet la lutte contre les pollutions (**J.O.R.A, 2003-4**).

Article 38 : Lorsque des personnes physiques ont subi des préjudices individuels qui ont été causés par le fait d'une même personne et qui ont une origine commune, dans les domaines mentionnés à l'article 37 ci-dessus, toute association agréée au titre de l'article 35 ci-dessus peut, si elle a été mandatée par au moins deux (2) des personnes physiques concernées, agir en réparation devant toute juridiction au nom de celles-ci (**J.O.R.A, 2003-4**). Le mandat doit être donné par écrit par chaque personne concernée.

L'association qui exerce une action en justice en application des alinéas précédents peut exercer devant toute juridiction pénale les droits reconnus à la partie civile

- ❖ On peut également parler de la participation du public dans le cas de la publicité des études d'impacts, comme mentionné dans le **Décret Exécutif n° 90-78 du 27 février 1990** relatif aux études d'impact sur l'environnement : « La publicité de l'étude

d'impact doit être également assurée par une insertion dans deux quotidiens nationaux au moins » (Article 10) (J.O.R.A, 1990).

II.7. Analyse du scénario de référence de l'Algérie et écarts par rapport au Système IPPC

Prenant en compte les informations contenues dans la présente analyse de la politique et des cadres législatifs pouvant soutenir la mise en œuvre des MTD en Algérie, les conclusions suivantes sur la base des cinq principes du système IPPC ont été retenues :

II.7.1. Approche intégrée

Le champ d'application de l'EIE est très large et couvre toutes les catégories de projets susceptibles d'avoir des incidences notables sur l'environnement. Elle introduit des éléments de procédure à suivre telles que la fourniture d'une étude d'impact environnemental et de consultation avec les autorités publiques et environnementales dans le cadre de procédures d'autorisation pour les activités couvertes. Les résultats de l'EIE doivent être pris en considération dans la procédure d'autorisation.

Le système Européen « IPPC » met l'accent sur la prévention et le contrôle des émissions dans l'air, l'eau et le sol. Il est complété par des dispositions relatives à la consommation d'énergie, les flux de déchets et la prévention des incidents et accidents et elles s'appliquent à certaines activités industrielles et agricoles. En outre, les installations entrant dans le cadre de ce système doivent avoir une autorisation intégrée, que l'on appelle « autorisation environnementale intégrée », dans laquelle tous les impacts environnementaux sont réduits et contrôlés et soumis à une surveillance continue et mise à jour des conditions d'autorisation qui sont le moyen le plus efficace pour la prévention et le contrôle de la pollution.

La procédure d'autorisation en Algérie est basée sur l'étude d'impact environnemental (EIE). Dans la pratique, l'approbation de l'EIE sert de permis d'environnement en Algérie qui établit les mesures de prévention et de contrôle de la pollution pour les différents aspects de l'environnement qui sont réglementés dans différents actes législatifs environnementaux. Contrairement à l'EIE, le système européen IPPC accorde plus d'importance aux MTD (et plus spécifiquement aux NEA- MTD) comme instrument qui garantit le contrôle et la réduction des effets des émissions sur l'environnement.

Aussi, il permet un meilleur contrôle et présentation de la performance environnementale de l'installation du fait que toutes ces exigences sont clairement spécifiées dans l'autorisation environnementale intégrée.

Cela ne signifie pas que toutes ces questions ne sont pas couvertes par l'EIE, mais d'un point de vue administratif, les aspects environnementaux d'une industrie sont évalués selon la même procédure administrative, ce qui permet le rassemblement de toutes les autorisations sous un document administratif unique (permis ou autorisation environnementale intégrée).

Dans de nombreux cas, l'approbation de l'EIE est incluse en annexe dans le permis. Ainsi, les documents requis pour l'EIE peuvent être considérés comme un complément à l'information par le système européen IPPC. Or, les résultats des procédures d'EIE doivent être pris en compte aux fins de la délivrance de l'autorisation au titre du système IPPC. Additivement à l'étude d'impact sur l'environnement en Algérie, un autre document vient appuyer ce permis, il s'agit du cahier des charges qui reprend aussi bien les données techniques et les conditions de réalisation du projet, on trouve un chapitre important réservé à la préservation de l'environnement.

Ce document définit les règles à respecter sur les lieux du projet durant sa réalisation jusqu'à sa livraison, il doit être dûment approuvé dans l'ensemble de son contenu assorti de la mention « Lu et Approuvé » par tout soumissionnaire.

Ces documents (permis et cahier des charges) constituent une base juridique pour se substituer au système IPPC utilisé par l'UE.

II.7.2. Meilleures Techniques Disponibles (MTD)

Les valeurs limites d'émission (VLE) en Algérie sont établies en prenant en considération les textes législatifs environnementaux qui incluent des VLE générales (par exemple pour les émissions dans l'air et des eaux usées) qui ne sont pas associées aux MTD.

Pour aider les autorités à la délivrance des autorisations et les entreprises à évaluer leur performance et faire les corrections nécessaires par rapport aux MTD, qui peuvent être la référence pour établir la VLE, différentes études et rapports doivent être développés en Algérie, pour la sélection de toutes les MTD possibles et la fixation des NEA-MTD.

II.7.2.1. Méthodologie proposée pour la sélection des MTD en Algérie

Après consultation de toutes ces méthodologies, on a essayé d'extraire les étapes principales et similaires à adapter à l'Algérie.

Ces étapes comprennent :

La première étape est d'analyser le contexte industriel en Algérie afin de sélectionner les secteurs les plus prometteurs avec le potentiel le plus élevé de bénéfices pour l'environnement selon différents critères tels que : les impacts du secteur sur l'environnement et les coûts des techniques utilisées ainsi que le critère de santé et sécurité des travailleurs et des citoyens (ce dernier entre dans le critère social).

Des indicateurs peuvent être calculés pour faciliter la sélection en tenant compte des secteurs couverts par le système IPPC, tel que mentionner dans la méthodologie de Daddi & al (**Daddi et al., 2012**).

La deuxième étape consiste en une évaluation des MTD en suivant une méthodologie bien conçue et structurée. Les MTD seront sélectionnées pour chaque secteur industriel identifié en première étape en tenant compte des conditions locales des installations.

De plus, une analyse de la convergence de l'approche européenne IPPC avec les politiques environnementales algériennes doit être effectuée, afin d'évaluer le potentiel de l'adaptation future et pour permettre l'intégration des procédures et les principes de l'approche IPPC (cette étape est couverte dans le cadre de ce chapitre).

Enfin et selon les résultats des évaluations précédentes, des MTD propres à chaque secteur industriel et chaque type d'installation peuvent être définies et regroupées dans des documents ou rapports accessibles aux autorités, aux industriels et même au public.

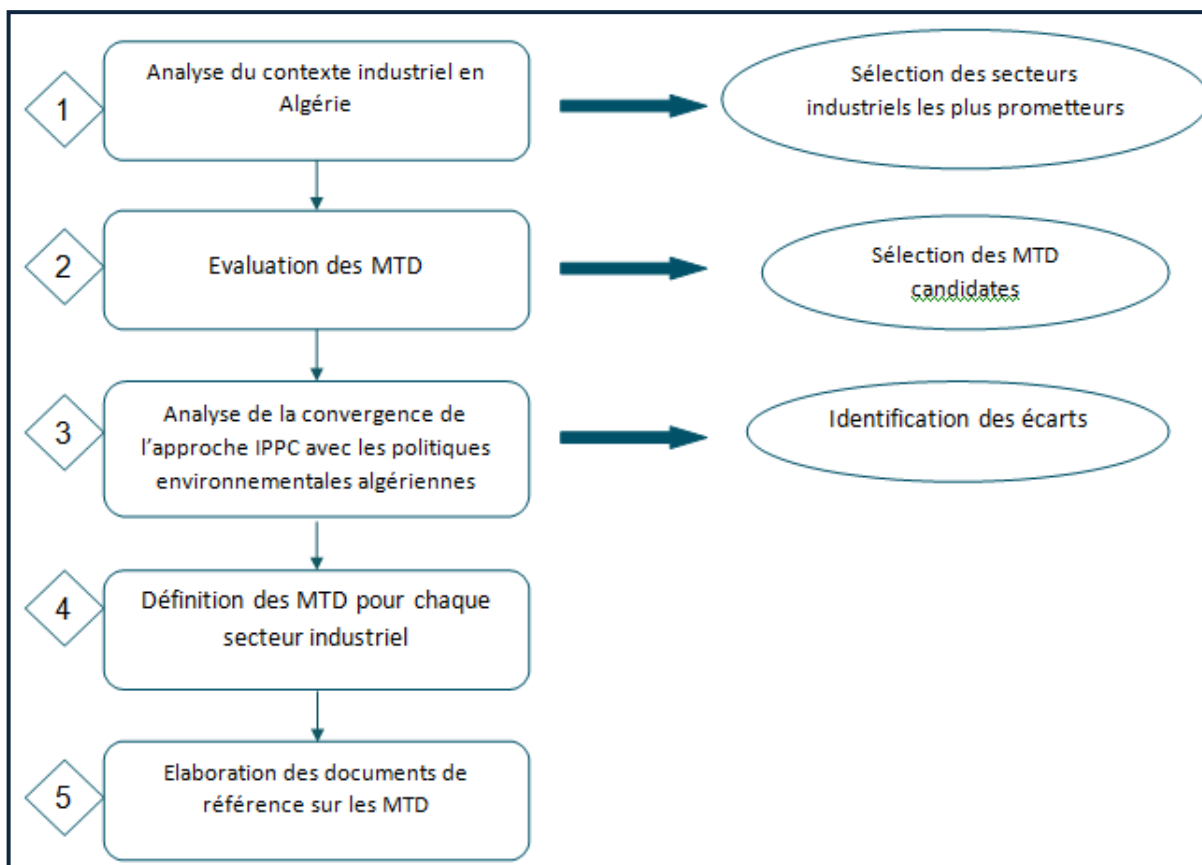


Figure II.4. Etapes de la méthodologie pour la sélection des MTD en Algérie

Un élément très important pour le succès des études sur les MTD est la collecte de données et d'informations, ce qui peut présenter un défi pour les chercheurs car les entreprises hésitent à divulguer leurs données de performance financière en raison de problème de confidentialité. Ceci rendra le suivi et les rapports difficiles menant à des données insuffisantes et non actualisées. Par conséquent, cela peut affecter la qualité de l'analyse envisagée et ses résultats. L'évaluation des MTD par exemple, peut être faite de manière quantitative et qualitative.

Toutefois, l'évaluation quantitative devient impossible lorsque les données d'entrée nécessaires (par exemple, le coût des installations dans le pays, la solidité financière des entreprises, la performance environnementale actuelle, etc.) sont absentes.

La solution envisagée pour ce problème, est d'utiliser le jugement d'experts des membres Algériens des GTT comme référence pour donner des estimations des données nécessaires.

II.7.3. Flexibilité

Les études sur les MTD doivent être une référence pour fixer les conditions d'autorisation environnementale des projets.

Toutefois, le cadre législatif en Algérie est très différent de celui de l'Europe, dans le sens où les VLE ne sont pas fondées sur les MTD. Cela signifie que les conditions mise en place en vertu du principe de flexibilité ne sont pas applicables en Algérie jusqu'à présent.

II.7.4 Les inspections environnementales

En Algérie, les activités de surveillance et d'inspection sont généralement régies par des lois et règlements afin d'évaluer si l'installation est en conformité avec les conditions énoncées dans l'autorisation environnementale. Cela se fait par la collecte d'informations générales sur l'installation, ainsi que la collecte et l'analyse des observations contenues dans les registres spéciaux.

En Algérie, le cadre légal régissant les EIE remonte à 1983. Toutefois, ce n'est qu'au 27 février 1990 que la législation détaillée relative aux EIE fut décrétée (décret exécutif 90-78) (**J.O.R.A, 1990**). Le 19 juillet 2003, la loi n° 03-10 (**J.O.R.A, 2003-4**) fut promulguée afin de définir les règles de protection de l'environnement dans le cadre du développement durable et de décrire également les EIE.

Depuis 1996, le Ministère de l'Aménagement du Territoire et de l'Environnement, la Direction générale de l'environnement (DGE) ainsi que les inspecteurs de l'environnement dans les 48 wilayas participent à l'administration de l'EIE et à la délivrance de l'autorisation.

Cependant, ce corps d'inspecteurs ne semble pas jouer pleinement son rôle en matière d'EIE sur les aspects de la promotion, de l'évaluation, de la gestion et du suivi. Le champ d'intervention et de responsabilité des inspections reste encore vague et imprécis.

Ces inspecteurs ont pour missions de veiller à l'application de la réglementation en matière d'environnement, d'élaborer des plans d'action, de sensibiliser et éduquer la population sur la protection de l'environnement et de statuer sur les demandes d'autorisation des permis de construire et d'investir.

La procédure d'examen des rapports de l'EIE telle que pratiquée par l'inspecteur de l'environnement ou la sous-direction de l'environnement garantit la qualité de l'évaluation des rapports d'EIE soumis aux autorités compétentes. Le champ d'intervention de ces inspecteurs s'inscrit dans :

- Tous les travaux, aménagements ou ouvrages qui peuvent par leur importance porter atteinte à l'environnement.
- L'évaluation de l'impact sur l'environnement des projets.
- La surveillance des performances environnementales des installations industrielles et des valeurs limite des émissions.
- Veiller sur la qualité de l'eau en collaboration avec les services de santé publique.
- Contrôler les décharges publiques et interdire les décharges sauvages.
- Surveiller la qualité de l'air.
- Contrôler les activités polluantes telles que : les stations de service, les incinérateurs, les stations de traitement des eaux usées.

Sont également déterminés par voie réglementaire : les conditions dans lesquelles l'étude d'impact est rendue publique, le contenu de la notice d'impact, la liste des ouvrages qui, en raison de l'importance de leur impact sur l'environnement sont soumis à la procédure de l'étude d'impact et la liste des ouvrages qui en raison de leur faible impact sur l'environnement sont soumis à la procédure de la notice d'impact.

Un autre point important à prendre en compte (qui est présent dans le système IPPC) est l'élaboration d'un système d'inspections environnementales et la surveillance de l'application de ses exigences, et la fixation d'une fréquence des visites selon le secteur d'activité. En somme, les outils légaux sont en place pour effectuer de bonnes EIE, mais il faudrait entreprendre une harmonisation de la procédure algérienne avec les meilleures pratiques internationales.

II.7.5. Participation du public

La réglementation algérienne a prévu un espace important dans ses textes réglementaires à la participation des individus et des associations en matière de protection de l'environnement. La procédure de consultation publique de l'EIE est réglementée par décret (Décret Exécutif n° 90-78 du 27 février 1990) (**J.O.R.A, 1990**). Ceci constitue un point fort de la législation.

De plus, la loi n° 03-10 (**J.O.R.A, 2003-4**) prévoit que les associations légalement constituées et exerçant leurs activités dans le domaine de la protection de l'environnement et de l'amélioration du cadre de vie, sont appelées à contribuer, à être consultées et à participer à l'action des organismes publics concernant l'environnement.

La consultation est ouverte durant deux mois à compter de la publication du projet.

Pendant cette période, le public peut formuler ses avis, vœux ou réclamations. A l’issue de cette période une synthèse de la consultation est rédigée.

La procédure d’enquête publique matérialisant la participation du public dans le processus d’EIE est bien réglementée et appliquée. De ce fait, il s’agit d’un modèle dans la région des pays du Maghreb.

Cela pourrait être une bonne base pour établir la procédure de participation du public pour établir un permis intégré (dans lequel tous les aspects environnementaux sont contrôlés) selon le système IPPC de l’UE.

II.8. Problématique liée à l’introduction des MTD en Algérie

L’approche IPPC et les Meilleures Techniques Disponibles MTD interviennent directement sur la réglementation d’un pays. Pour cette raison, et pour la réussite de cette approche, leur mise en œuvre nécessite une bonne plateforme juridique.

La problématique de l’introduction des MTD en Algérie est liée à la présence de textes réglementaires qui servent de support pour ce transfert.

Dans le cas de l’Algérie et après notre analyse du contexte réglementaire Algérien, nous avons pu déduire que la réglementation Algérienne est riche en termes de protection de l’environnement. Cependant, il y a quelques écarts entre la réglementation dans le cadre de l’approche IPPC et la réglementation algérienne. Le tableau suivant résume ces écarts selon les cinq principes de l’approche IPPC.

Tableau II.18. Comparaison entre le système IPPC et la politique environnementale algérienne

	Système européen IPPC	Politique environnementale algérienne
Approche intégrée	Autorisation environnementale intégrée Mise à jour des conditions de l’autorisation Surveillance continue	Etude d’impacts sur l’environnement. Pas de mise à jour. Pas de surveillance continue.
	Adoption d’une approche intégrée.	Adoption d’une approche pour chaque élément ou aspect de l’environnement.
	Prise en compte des MTD dans la délivrance des autorisations environnementales.	Les MTD ne sont pas prises en compte en Algérie.
MTD	Regroupement des MTD dans des documents de références « BREF »	Absence de documents de référence sur les MTD.
	VLE associées aux MTD « NEA-MTD ».	VLE générales fixées par les textes législatifs.

Flexibilité	L'autorité compétente peut fixer des VLE qui diffèrent des NEA-MTD selon différents critères qu'elle doit indiquer.	les conditions de mise en place en vertu du principe de flexibilité ne sont pas applicables en Algérie car les VLE ne sont pas fondées sur les MTD.
Inspections environnementales	Les émissions doivent être signalées à l'autorité compétente régulièrement.	Exigence présente dans la réglementation algérienne.
	Mettre en place un système d'inspections des installations.	Mesure absente.
	Elaborer des plans d'inspections.	Mesure absente.
	Sur la base de ces plans, l'autorité doit élaborer des programmes d'inspections de routine.	Mesure absente.
	Fixer une fréquence de visites de sites.	Mesure absente.
	Effectuer des inspections non programmées.	Mesure présente
Participation du public	Les systèmes IPPC garantissent le droit du public de participer à la prise de décisions concernant l'environnement.	La réglementation algérienne garantit également le droit du public en matière de l'environnement.

D'après les résultats de la comparaison et l'analyse des écarts par rapport aux exigences du système IPPC, les recommandations suivantes peuvent être données :

- ❖ Adoption d'une approche intégrée en plaçant toutes les approches de contrôle des émissions dans l'air, le sol et l'eau sous une seule approche pour la prévention et le contrôle de la pollution, dans le but de la protection de l'environnement dans son ensemble et éviter que l'une des approches de protection de l'un des aspects de l'environnement affecte les autres.
- ❖ Ajout de ces exigences dans les textes juridiques et législatifs pour leur prise en compte dans la délivrance des autorisations et les inspections environnementales...etc.
- ❖ Elargir l'EIE en une autorisation environnementale intégrées, couvrant tous les aspects de l'environnement et les éléments techniques, économiques, efficacité énergétique ainsi que les nouvelles techniques et systèmes communs de protection de l'air, l'eau et le sol.
- ❖ Elaboration de documents de références sur les MTD.
- ❖ Prise en compte des nouvelles techniques et des MTD dans la délivrance des autorisations, et la fixation des valeurs limite d'émissions.
- ❖ Des éléments de flexibilité doivent être présents en matière de fixation et de surveillance des valeurs limites d'émissions, de telle sorte que ces valeurs peuvent varier dans un intervalle déterminé selon les différentes caractéristiques des installations.
- ❖ Mettre en place un système d'inspection et élaborer un plan d'inspections environnementales.

- ❖ Fixer une fréquence des visites sur site pour les différents types d'installations en fonction des risques environnementaux associés aux différents secteurs d'activités industrielles.
- ❖ Effectuer des visites non programmées pour déceler les cas de non-conformité.
- ❖ Veiller à la bonne application des éléments du système et plan d'inspections environnementales.

L'ajout et l'adoption de tous ces éléments en plus des exigences déjà existantes citées dans les textes juridiques, serviront à créer une bonne base pour la mise en œuvre des MTD et le transfert du système européen IPPC en Algérie.

II.9. Etat de l'art sur les MTD

Dans le contexte de protection de l'environnement, le concept de « Meilleures Techniques Disponibles » est devenu très important dans tous les secteurs d'activités industrielles dans le monde et leur utilisation est devenue une nécessité pour une production d'énergie plus propre, car il entre dans une stratégie globale dite : IPPC « Integrated Pollution Prevention and Control-prévention et contrôle intégrés de la pollution » dans le cadre de la directive européenne n°96/61/CE (CE, 1996) imposé dès 1996 qui définit des principes à respecter pour les installations concernées par la pollution dont l'approche intégrée des impacts environnementaux et l'utilisation de meilleures techniques disponibles (MTD).

On trouve également un intérêt accru dans la littérature en ce sujet de MTD. Après une revue de la littérature on constate que l'introduction des MTD dans différents secteurs et domaines a été étudiée et analysée par différents chercheurs et auteurs en Europe comme dans les autres pays du monde.

On trouve à titre d'exemple, l'article de L. Panagiotoulis et al (Panagiotoulis et al., 2017). Dans cet article une évaluation de la pollution par les métaux dans une aciérie en Grèce afin de recenser l'impact des MTD et la mise en œuvre de la réglementation sur l'amélioration de l'état de l'environnement marin côtier. Les résultats ont montré que le degré de contamination a diminué par 40 à 70% approximativement dans la période de 2003-2015.

Une autre étude est celle de G. Guidi et al (Guidi et al., 2016), dans laquelle des études des MTD pour extraire les bonnes techniques d'intervention utilisées en cas de déversement d'hydrocarbures dans la méditerranée.

Ibanez-Forés et al (Ibáñez-Forés et al., 2015) ont présenté deux méthodologies pour l'évaluation et la sélection des MTD dans l'industrie de céramique.

Cikankowitz et Laforest dans leur article (**Cikankowitz & Laforest, 2013**) présentent les MTD comme outil d'évaluation des techniques.

D. Evrard (**Everard, 2016**) a présenté une approche intégrée pour une évaluation multicritères des MTD.

Quant à J. Geldermann et O. Rentz (**Geldermann & Rentz, 2001**), on trouve qu'ils ont mis l'accent sur le rôle de la détermination des MTD dans la mise en œuvre de l'approche IPPC dans tous les pays de l'Union Européenne. Leur étude de cas étant le secteur de l'industrie métallurgique et sidérurgique, ils ont choisi la méthode PROMETHEE outil multicritères d'aide à la décision pour la sélection et la définition des MTD.

L'article le plus récent dans notre revue de littérature était celui de M. Dellise et al (**Dellise et al., 2020**), dans lequel la problématique du manque de BREF (documents de référence sur les MTD) dans quelques secteurs industriels a été posée. Ils ont déduit que lors de l'élaboration ou de la révision des BREF au niveau européen, il n'est pas possible de couvrir chaque secteur industriel ou sous-secteur. Il existe alors différents types de situations pour lesquelles les BREF sont incomplets ou inexistant. Les installations industrielles impliquées dans ces activités sans référence ne sont pas exemptées de la mise en œuvre des MTD. Cependant, l'absence de technologies de référence « officiellement » considérées comme des MTD peut conduire les exploitants à ignorer leurs installations concernées dans leur analyse des MTD et / ou à l'autorité compétente de ne pas vérifier pleinement la conformité des MTD. Au vu de ces observations, cet article vise à étudier la possibilité d'utiliser les approches méthodologiques disponibles dans la littérature scientifique pour comparer les performances d'une installation aux MTD en l'absence d'une référence MTD officielle et complète.

Après cette revue de littérature, on a eu l'idée d'introduire les MTD dans le secteur de production d'électricité par systèmes hybrides énergie solaire-gaz pour maximiser le profit de cette configuration hybride qui a une bonne efficacité énergétique déjà prouvée et avec l'introduction des MTD nous pouvons optimiser sa performance sur les plans : environnemental et économique.

II.10. Conclusion

A ce titre, nous pouvons confirmer que la base juridique nécessaire pour l'élaboration et la mise en œuvre des MTD en Algérie peut être qualifiée d'acceptable.

Le grand écart par rapport aux cinq principes du système IPPC se situe dans les principes de l'approche intégrée et les MTD.

Concernant les inspections environnementales, toutes les exigences figurent dans les textes réglementaires, mais leur application reste à mettre sous contrôle régulier.

Le droit à la participation du public dans les questions environnementales, prend un grand espace dans la réglementation algérienne. Le problème demeure lié à la culture des citoyens, à leur éducation et à la conscience personnelle pour leur participation dans l'amélioration de leur qualité de vie.

Les résultats obtenus dans ce chapitre ont permis, également de conclure qu'en portant une grande attention aux lacunes et aux écarts de la politique environnementale en Algérie par rapport au système européen IPPC, l'Algérie possèdera une base favorable à la réussite du transfert et l'importation de ce système.

CHAPITRE III
INTRODUCTION DES MTD DANS LE SECTEUR
DE PRODUCTION D'ELECTRICITE PAR
SYSTEME HYBRIDES SOLAIRE-GAZ

Hypothèse à vérifier

*En plus d'être une solution prometteuse pour le cas de l'Algérie sur tous les plans,
les systèmes hybrides solaire-gaz pour la production d'électricité présentent
l'un des secteurs clé pour l'introduction des MTD et un bon départ pour la mise en œuvre
de ces MTD en Algérie.*

III.1. Introduction

L'évaluation de la performance des centrales électriques est le résultat d'une comparaison des techniques utilisées dans ces centrales avec des techniques de référence dont l'efficacité énergétique, économique ainsi que leurs impacts minimes sur l'environnement ont été confirmés.

De telles techniques doivent être répertoriées dans des documents de référence facilitant la tâche aux industriels, aux chercheurs et aux autorités.

En raison de l'absence de tels documents ou de banque de données sur les MTD et, dans le but d'inciter à l'élaboration de guides sur les MTD en Algérie qui s'adapteront le mieux aux installations algériennes, on a utilisé les documents de référence sur les MTD dits « BREF » élaborés et publiés par la Commission Européenne en application de l'Article 16(2) de la directive IPPC.

III.2. BREF concernés par le secteur de production d'électricité

Dans notre étude on s'intéresse aux centrales hybrides solaire-gaz pour la production d'électricité et on cherche à les optimiser. Pour ce faire, on a décomposé ces systèmes hybrides en deux parties : champ solaire et CCGT.

Dans ce chapitre et comme il existe déjà des documents de référence sur les MTD pour les installations de combustion qui dépendent uniquement sur les énergies fossiles et non hybrides, nous allons essayer de traiter et regrouper toutes les MTD concernées par notre étude pour la partie « gaz » ou CCGT pour les appliquer à notre système hybride.

La production d'électricité étant assurée par de grandes installations de combustion, un BREF a été créé regroupant toutes les installations utilisant des combustibles pour la production d'énergie.

III.2.1. « BREF » sur les Grandes Installations de Combustion « GIC »

Le premier « BREF » utilisé comme référence pour la comparaison des techniques utilisées dans les centrales électriques aux MTD est celui des Grandes Installations de Combustion « GIC » (« LCP » en anglais pour Large Combustion Plants) publié en 2006 en deux versions anglaise et française puis révisé et republié en 2017 (CE, 2017) mais cette fois uniquement en version officielle anglaise avec une décision publiée dans le Journal Officiel de l'Union Européenne établissant les conclusions sur les meilleures techniques disponibles (MTD), au titre de la directive 2010/75/UE du Parlement européen et du Conseil, pour les grandes installations de combustion en langue française [notifiée sous le numéro C(2017) 5225] (Journal officiel "UE", 2017). Il couvre, d'une manière générale, les installations de combustion d'une puissance thermique nominale supérieure à 50 MW. Sont inclus les secteurs de la production d'électricité ainsi que les secteurs où des combustibles "conventionnels" (disponibles dans le commerce et préconisés par les constructeurs) sont utilisés et, où, les unités de combustion ne sont pas couvertes par un autre « BREF » sectoriel. Charbon, lignite,

biomasse, tourbe, combustibles liquides ou gazeux (y compris l'hydrogène et le biogaz) sont considérés comme des combustibles conventionnels.

L'incinération des déchets n'est pas couverte, mais la combustion, des combustibles récupérés et de déchets dans de grandes installations de combustion est prise en compte. Le « BREF » couvre non seulement l'unité de combustion, mais aussi les activités de l'amont et de l'aval directement associées au procédé de combustion. Les installations de combustion qui brûlent des résidus de procédés ou des sous-produits, ou des combustibles qui ne peuvent être vendus en tant que tels sur le marché, ainsi que les procédés de combustion qui font partie intégrante d'un procédé spécifique de production ne sont pas couverts par ce « BREF » (CE, 2017).

III.2.1.1. Structure du document

La production d'électricité et/ou de chaleur, est un secteur très diversifié en Europe. La production d'énergie se fonde sur un large éventail de combustibles, que l'on peut généralement classer selon leur état: solide, liquide ou gazeux. Le « BREF GIC » a donc été rédigé selon une approche verticale, combustible par combustible, mais les techniques et aspects communs sont décrits dans les trois chapitres introductifs (CE, 2017).

III.2.1.2. Parties concernées par l'étude

Les parties du document conclusions sur les MTD pour les GIC utilisées sont résumées dans le tableau III.1.

Tableau III.1. Parties du document concernées par les systèmes hybrides « solaire-gaz » (Journal officiel "UE", 2017)

Partie	Paragraphe	N° MTD
1. Conclusions générales sur les MTD	1.1 Système de Management Environnemental.	MTD 1
	1.2 Surveillance	MTD2 ; MTD3 ; MTD4 ; MTD5 ; MTD 6 ; MTD7
	1.3 Performance environnementale générale et efficacité de la combustion ➤ Niveaux d'émissions associés aux MTD « NEA-MTD »	
	1.4 Efficacité énergétique	MTD 12
	1.5 Consommation d'eau et émissions dans l'eau	MTD 13
	1.6 Gestion des déchets	MTD 16
	1.7 Emissions sonores	MTD 17
4. Conclusions sur les MTD pour la combustion de combustibles gazeux	4.1 Conclusions sur les MTD pour la combustion du gaz naturel	MTD 40 MTD 41 et MTD 42
	4.1.1 Efficacité énergétique	
	4.1.2 Emissions atmosphériques de NOx, de CO, de COVNM et de	

	CH ₄	
7. Conclusions sur les MTD pour la gazéification (couvre les installations IGCC)	7.1.1 Efficacité Energétique	MTD 72
	7.1.2 Emissions atmosphériques de NO _x et CO	MTD 73
	7.1.3 Emissions atmosphériques de SO _x	MTD 74
	7.1.4 Emissions atmosphériques de poussières, de particules métalliques, d'ammoniac et d'halogènes	MTD 75

III.2.2. « BREF » efficacité énergétique

Le « BREF, efficacité énergétique », publié en 2009, est destiné à couvrir les questions relatives à l'efficacité énergétique en application de la directive IPPC. L'efficacité énergétique ne se limite pas à l'un ou l'autre des secteurs industriels mentionnés dans l'Annexe 1 de la directive en tant que tel, mais elle constitue une question horizontale qu'il convient de prendre en compte dans tous les cas (CE, 2009).

III.2.2.1. Champ d'application du BREF

La directive IPPC requiert que toutes les installations soient exploitées de façon à utiliser l'énergie de manière efficace dont l'efficacité énergétique est l'un des aspects à prendre en compte lors de la détermination des MTD relatives à un procédé.

Le document « BREF EE » présente donc des orientations et des conclusions quant aux techniques d'efficacité énergétique qui sont considérées comme étant compatibles avec les MTD au sens générique pour toutes les installations couvertes par la directive IPPC. Il fait également référence à d'autres « BREF » dans lesquels des techniques particulières d'efficacité énergétique ont déjà fait l'objet de discussions détaillées et peuvent être appliquées à d'autres secteurs. En particulier (CE, 2009) :

- Le « BREF » relatif aux grandes installations de combustion porte sur l'efficacité énergétique liée à la combustion et précise que les techniques considérées peuvent être appliquées aux installations de combustion d'une capacité inférieure à 50 MW.
- Il existe un « BREF » relatif aux systèmes de refroidissement industriel.

Le « BREF » « Efficacité Energétique » :

- ne contient pas d'informations propres aux procédés industriels et activités mis en œuvre dans les secteurs couverts par d'autres « BREF »,
- n'établit pas de MTD spécifiques à un secteur.

Toutefois, un résumé des MTD sectorielles en matière d'efficacité énergétique a été établi à partir des autres « BREF », il est disponible pour information sur l'espace de travail de l'EIPPCB (**Commission des communautés Européennes, 2003**).

III.2.2.2. Structure et contenu du document

L'efficacité énergétique est une question horizontale dans la procédure d'autorisation IPPC et, comme il est précisé dans le guide d'élaboration des « BREF », le « BREF EE » ne respecte pas totalement la structure habituelle. En particulier, du fait de la grande diversité des secteurs industriels et des activités traités, il n'y a pas de chapitre consacré à la consommation ou aux émissions. Certaines valeurs indicatives sont données en ce qui concerne les économies d'énergie potentielles pour des techniques à considérer au titre des MTD et de nombreux exemples sont présentés en annexe afin d'aider les utilisateurs à déterminer les techniques les plus efficaces pour atteindre l'efficacité énergétique dans une situation donnée (**CE, 2009**).

III.2.2.3. Parties concernées par l'étude

Les parties du BREF EE utilisées sont résumées dans le tableau III.2 :

Tableau III.2. Parties du BREF EE concernées par notre étude

Partie	Paragraphe
<i>4.2 Meilleures techniques disponibles pour parvenir à l'efficacité énergétique au niveau d'une installation</i>	
4.2.1 Management de l'efficacité énergétique	
4.2.2 Planification et définition d'objectifs et de cibles	4.2.2.1 Amélioration environnementale continue
	4.2.2.2 Identification des aspects pertinents d'une installation en matière d'efficacité énergétique et des opportunités d'économies d'énergie
	4.2.2.3 Approche systémique du management de l'énergie
	4.2.2.4 Fixation et réexamen d'objectifs et d'indicateurs d'efficacité énergétique
	4.2.2.5 Analyse comparative
4.2.3 Prise en compte de l'efficacité énergétique lors de la conception (EED)	
4.2.7 Bonne maîtrise des procédés	
4.2.9 Surveillance et mesurage	
4.2.8 Maintenance	
4.3 Meilleures techniques disponibles en matière d'efficacité énergétique pour les systèmes, les procédés, les activités ou les équipements consommateurs d'énergie	4.3.1 Combustion
	4.3.3 Récupération de chaleur
	4.3.4 Cogénération
	4.3.5 Alimentation électrique
	4.3.6 Sous-systèmes entraînés par moteur électrique
	4.3.8 Systèmes de pompage
	4.3.9 Systèmes de chauffage, ventilation et climatisation (CVC)
	4.3.10 Eclairage

III.3. MTD utilisées dans la production d'électricité par systèmes hybrides

L'objectif principal cherché dans ce chapitre est de donner des recommandations et des propositions pour l'optimisation des projets futurs des centrales hybrides en Algérie.

Le premier point à entamer est : la minimisation des émissions atmosphériques. Des mesures primaires (mesures à prendre pour éviter la formation et la production de ces émissions), doivent être prises, telles que :

- ✚ L'utilisation d'un combustible traité, dont la combustion génère peu de NO_x et pas de SO_x,
- ✚ L'optimisation de la combustion par son exécution en plusieurs étages avec une température faible dans la première zone et un temps de séjour suffisant des gaz de combustion dans le foyer pour une combustion complète.
- ✚ Utilisation des turbines de détente pour récupérer le contenu énergétique des gaz combustibles sous pression.

Ainsi que des mesures secondaires telles que :

- 1- Préchauffage du gaz combustible en utilisant la chaleur perdue provenant de la chaudière ou la turbine à gaz (utilisation efficace des ressources naturelles).
- 2- Injection d'eau ou de vapeur comme mesure pour l'élimination des NO_x : L'injection d'eau/de vapeur peut être pratiquée par injection d'un mélange de combustible et d'eau ou de vapeur ou par injection d'eau ou de vapeur par le biais des injecteurs directement dans la chambre de combustion. L'évaporation ou la surchauffe de la vapeur exige une énergie thermique, qui n'est alors plus disponible pour chauffer la flamme. Ainsi, la température de la flamme diminue et la formation de NO_x est réduite. (§ 7.1.7.3.1 du BREF GIC) (CE, 2017)
- 3- Utilisation de technologies bas NO_x voie sèche moderne : en plus des bénéfices sur le plan environnemental, les technologies bas NO_x ont des bénéfices économiques :
 - L'installation d'un brûleur moderne bas NO_x (voie sèche) coûte approximativement 2 millions d'euros pour une TAG de 140 MWth.
 - Les nouveaux brûleurs offrent une exploitation avantageuse d'un point de vue économique, car il n'existe pas de pertes importantes d'énergie provenant des pertes de combustible, ou sous forme d'hydrocarbures... etc.

Cependant, les coûts d'entretien des turbines à gaz avec cette technologie sont 40% plus élevées que dans les turbines à gaz sans technologie bas NO_x, cette technique présente un bon investissement en matière de performance environnemental des installations industrielles. (§ 7.1.7.3.2 du BREF GIC) (CE, 2006)

- 4- Utilisation de la technique de Réduction Catalytique Sélective (SCR) :

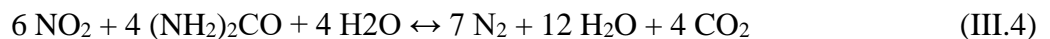
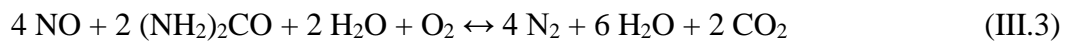
Le procédé de réduction sélective catalytique est largement utilisé pour réduire les oxydes d'azote dans les rejets gazeux des grandes installations de combustion en Europe et dans d'autres pays du monde tels que le Japon et les États-Unis (CE, 2006)

Le procédé de réduction sélective catalytique est un procédé catalytique basé sur la réduction sélective des oxydes d'azote avec de l'ammoniac ou de l'urée en présence d'un catalyseur. L'agent de réduction est injecté dans les fumées en amont du catalyseur. La conversion des NO_x se fait au niveau de la surface du catalyseur à une température se situant habituellement entre 170 et 510°C par l'une des réactions (1 et 2). Les catalyseurs de réduction sélective catalytique basés sur les oxydes métalliques et fonctionnant dans la plage de températures mentionnées précédemment sont disponibles sur le marché et utilisés dans de nombreuses applications (CE, 2006)

a. Avec l'ammoniac comme agent de réduction (CE, 2006) :



b. Avec l'urée comme agent de réduction (CE, 2006) :



- 5- Adoption d'une ou de plusieurs techniques de captage et d'élimination de CO₂ des fumées.
- 6- Elaboration de systèmes communs de traitement des eaux et gaz résiduaux : l'idée de réunir les systèmes de traitement des eaux et gaz résiduaux mérite d'être étudiée. Cela pourrait avoir des bénéfices à la fois environnementaux et économiques (minimisation des coûts de matériel, de construction des stations, de maintenance...etc.).

Nous allons voir en détail ces MTD qui concernent les centrales électriques à base de gaz naturel. Nous avons pris les deux documents de références BREF LCP (CE, 2017) et les conclusions sur les MTD pour GIC en version française pour pouvoir extraire les MTD qui s'adapteront le mieux à notre champ d'étude (système hybride solaire-gaz) car ceux-ci sont les seuls documents officiels dans ce sujet.

III.3.1. Conclusions générales sur les MTD

III.3.1.1. Systèmes de management environnemental

MTD 1 : La mise en place et l'application d'un SME (Journal officiel "UE", 2017)

III.3.1.2. Surveillance

MTD 2 : La MTD consiste à déterminer le rendement électrique net ou la consommation totale nette de combustible ou le rendement mécanique net des unités de gazéification, des unités IGCC ou des unités de combustion en réalisant un test de performance à pleine charge, conformément aux normes EN, après la mise en service de l'unité et après chaque modification susceptible d'avoir une incidence sur le rendement électrique net, la consommation totale nette de combustible ou le rendement mécanique net de l'unité. En l'absence de normes EN, la MTD consiste à recourir aux normes ISO, aux normes nationales ou à d'autres normes internationales garantissant l'obtention de données de qualité scientifique équivalente.

MTD 3 : La surveillance des principaux paramètres de procédé pertinents pour les émissions dans l'air et dans l'eau, notamment les paramètres suivants:

Tableau III.3. Principaux paramètres de procédé pertinents pour les émissions dans l'air et dans l'eau (**Journal officiel "UE", 2017**)

Flux	Paramètre (s)	Surveillance
Fumées	Débit	Détermination périodique ou en continu
	Teneur en oxygène, température et pression	Mesure périodique ou en continu
	Humidité ⁽ⁱ⁾	
Eaux usées provenant de l'épuration des fumées	Débit, pH et température	Mesure en continu

⁽ⁱ⁾La mesure en continu du taux d'humidité des fumées n'est pas nécessaire si l'échantillon de fumée est asséché avant analyse

MTD 4 : La surveillance des émissions dans l'air au moins à une fréquence indiquée dans le BREF LCP (**CE, 2017**) et conformément aux normes EN.

MTD 5 : La surveillance des rejets dans l'eau résultant du traitement des fumées, au moins à la fréquence indiquée ci-après et conformément aux normes EN. En l'absence de normes EN, la MTD consiste à recourir aux normes ISO, aux normes nationales ou à d'autres normes internationales garantissant l'obtention de données de qualité scientifique équivalente (**Journal officiel "UE", 2017**).

Le tableau III.4 présente la fréquence minimale de surveillance des rejets dans l'eau de quelques substances selon le journal officiel de l'Union Européenne.

Tableau III.4. Fréquence minimale de surveillance des rejets dans l'eau (**Journal officiel "UE", 2017**)

Substance/Paramètre	Normes	Fréquence minimale de surveillance	Surveillance associée à
Carbone organique total (COT)	EN 1484	Une fois par mois	MTD 15
Demande Chimique en Oxygène (DCO)	Pas de norme EN		
Matières en Suspension Totales (MEST)	EN 872		
Fluorures (F ⁻)	EN ISO 10304-1		
Sulfates (SO ₄ ²⁻)	EN ISO 1030-1		
Sulfures, aisément libérables (S ²⁻)	Pas de norme EN		
Sulfites (SO ₃ ²⁻)	EN ISO 10304-3		

III.3.1.3. Performances environnementales générales et efficacité de la combustion

MTD 6 : dans le but d'améliorer les performances environnementales générales des installations de combustion et de réduire les émissions atmosphériques de CO et de substances imbrûlées, cette MTD consiste à optimiser la combustion et l'application d'une combinaison appropriée des techniques suivantes (**Journal officiel "UE", 2017**) :

- Mélange des combustibles : Applicable à tout type d'installation et Consiste à mélanger différentes qualités d'un même type de combustible afin de garantir des conditions de combustion stables ou de réduire les émissions de polluants.
- Maintenance du système de combustion
- Système de contrôle avancé : L'applicabilité aux anciennes installations de combustion peut être limitée car cela suppose la rénovation du système de combustion ou du système de contrôle/commande
- Bonne conception des équipements de combustion : Bonne conception du four, des chambres de combustion, des brûleurs et des dispositifs associés. Applicable d'une manière générale aux nouvelles installations de combustion.
- Choix du combustible : Consiste à choisir, parmi les combustibles disponibles, ceux qui présentent de meilleures caractéristiques environnementales (faible teneur en soufre ou en mercure, par exemple), ou à remplacer la totalité ou une partie des combustibles utilisés par de tels combustibles, y compris dans les situations de démarrage ou en cas de recours à des combustibles d'appoint.

MTD 7 : Afin de réduire les émissions atmosphériques d'ammoniac résultant de l'application de la réduction catalytique sélective (SCR) ou de la réduction non catalytique

sélective (SNCR) aux fins de la réduction des émissions de NO_x, la MTD consiste à optimiser la conception ou le fonctionnement de la SCR ou de la SNCR (par exemple, rapport réactif/NOX optimisé, répartition homogène du réactif et taille optimale des gouttes de réactif) (**Journal officiel "UE", 2017**).

❖ Niveaux d'émission associés à la MTD

Les niveaux d'émission associés à la MTD (NEA-MTD) pour les émissions atmosphériques de NH₃ résultant de l'application de la SCR ou de la SNCR sont < 3-10 mg/Nm³ en moyenne annuelle ou en moyenne sur la période d'échantillonnage (**Journal officiel "UE", 2017**).

MTD 8 : Afin d'éviter ou de réduire les émissions atmosphériques pendant les conditions normales d'exploitation, la MTD consiste à garantir, par une conception, un fonctionnement et une maintenance appropriés, l'utilisation de tous les systèmes de réduction des émissions au maximum de leurs capacités et disponibilités (**CE, 2017**), (**Journal officiel "UE", 2017**).

MTD 9 : Afin d'améliorer les performances environnementales générales des installations de combustion ou de gazéification et de réduire les émissions dans l'air, la MTD consiste, dans le cadre du système de management environnemental, à inclure les éléments suivants dans les programmes d'assurance qualité/contrôle de la qualité, pour tous les combustibles utilisés (**Journal officiel "UE", 2017**) :

- Caractérisation initiale complète du combustible utilisé, y compris au moins les paramètres énumérés ci- après et conformément aux normes EN. Les normes nationales, les normes ISO ou d'autres normes internationales peuvent être utilisées, pour autant qu'elles garantissent l'obtention de données d'une qualité scientifique équivalente;
- Contrôle régulier de la qualité du combustible afin de vérifier qu'elle correspond à la caractérisation initiale et aux spécifications de conception de l'installation. La fréquence des contrôles et les paramètres retenus parmi ceux du tableau ci-dessous sont déterminés par la variabilité du combustible, après évaluation de la pertinence des rejets polluants (par exemple, concentration dans le combustible, traitement des fumées appliqué);
- Adaptation des réglages de l'installation en fonction des besoins et des possibilités [par exemple, intégration de la caractérisation et des contrôles du combustible dans le système de contrôle avancé].

III.3.2. Conclusions sur les MTD pour la combustion de combustibles gazeux

III.3.2.1. Conclusions sur les MTD pour la combustion de gaz naturel

Les conclusions sur les MTD présentées au présent point sont applicables d'une manière générale à la combustion de gaz naturel.

A. Efficacité énergétique

MTD 40 : Afin d'accroître l'efficacité énergétique de la combustion de gaz naturel, la MTD consiste à appliquer (**Journal officiel "UE", 2017**) :

- **Cycle combiné** : Applicable d'une manière générale aux nouvelles turbines à gaz et aux nouveaux moteurs à gaz, sauf lorsqu'ils sont exploités moins de < 1 500 h/an. Applicable aux turbines et moteurs à gaz existants dans les limites des contraintes liées à la conception du cycle vapeur et à l'espace disponible. Non applicable aux turbines et moteurs à gaz existants exploités moins de < 1 500 h/an. Non applicable aux turbines à gaz à entraînement mécanique exploitées de manière discontinue à charge variable et avec de fréquents arrêts et démarrages. Non applicable aux chaudières

Tableau III.5. Niveaux d'efficacité énergétique associés à la MTD (NEEA-MTD) pour la combustion de gaz naturel (**Journal officiel "UE", 2017**)

Type d'unité de combustion	NEEA-MTD				
	Rendement électrique net (%)		Consommation Totale nette de combustible (%)	Rendement mécanique net (%)	
	Unité nouvelle	Unité existante		Unité nouvelle	Unité existante
Moteur à gaz	39.5-44	35-44	56-85	Pas de NEEA-MTD	
Chaudière à gaz	39-42.5	38-40	78-95	Pas de NEEA-MTD	
Turbine à gaz à circuit ouvert ≥ 50MWth	36-41.5	33-41.5	Pas de NEEA-MTD	36.5-41	33.5-41
Turbine à gaz à cycle combiné (CCGT)					
CCGT, 50-600MWth	53-58.5	46-54	Pas de NEEA-MTD	Pas de NEEA-MTD	
CCGT, ≥ 600MWth	57-60.5	50-60	Pas de NEEA-MTD	Pas de NEEA-MTD	

B. Émissions atmosphériques de NO_x, de CO, de COVNM et de CH₄

MTD 41 : Afin d'éviter ou de réduire les émissions atmosphériques de NO_x dues à la combustion de gaz naturel dans des chaudières, la MTD consiste à utiliser une ou plusieurs des techniques énumérées ci-dessous (**Journal officiel "UE", 2017**).

MTD 42 : Afin d'éviter ou de réduire les émissions atmosphériques de NOx dues à la combustion de gaz naturel dans des turbines à gaz, la MTD consiste à utiliser une ou plusieurs des techniques énumérées ci- dessous (**Journal officiel "UE", 2017**) :

- 1) Ajout d'eau/vapeur : peut être limitée par les ressources en eau disponibles
- 2) Brûleurs bas NOx par voie : peut être limitée dans le cas des turbines lorsqu'il n'y a pas de module de rénovation disponible ou lorsque des systèmes d'ajout d'eau/vapeur sont installés
- 3) Système de contrôle avancé : Cette technique est souvent utilisée en association avec d'autres techniques ou peut être utilisée seule dans le cas des installations de combustion exploitées moins de 500 h/an. Elle est applicable aux anciennes installations de combustion peut être limitée car cela suppose la rénovation du système de combustion ou du système de contrôle/commande

Tableau III.6. Techniques utilisées pour réduire les émissions atmosphériques de NOx dues à la combustion de gaz naturel. (**Journal officiel "UE", 2017**)

	Technique	Applicabilité
a.	Etagement de l'air ou du combustible	Applicable d'une manière générale L'étagement de l'air est souvent associé aux brûleurs bas Nox.
b.	Recyclage des fumées	Applicable d'une manière générale
c.	Brûleurs bas NOx	Applicable d'une manière générale
d.	Système de contrôle avancé	L'applicabilité aux anciennes installations de combustion peut être limitée car cela suppose la rénovation du système de combustion ou du système de contrôle/commande Cette technique est souvent utilisée en association avec d'autres techniques ou peut être utilisée seule dans le cas des installations de combustion exploitées moins de 500h/an.
e.	Réduction de la température de l'air de l'air de combustion	Applicable d'une manière générale dans les limites des contraintes du procédés.
f.	Réduction non-catalytique sélective SNCR	Non applicable aux installations de combustion exploitées moins de 500h/an à charge très variable de la chaudière. L'applicabilité peut être limitée dans le cas des installations de combustion exploitées entre 500 et 1500h/an à charge très variable de la chaudière.
g.	Réduction catalytique sélective (SCR)	Non applicable aux installations de combustion exploitées moins de 500h/an. Non applicable d'une manière générale aux installations de combustion de puissance ≤ 1000 MWth.

- 4) Principe de conception à faible charge : Adaptation des dispositifs de commande de procédé et des équipements connexes afin de maintenir une combustion efficace lorsque la demande d'énergie varie (par exemple, amélioration de la capacité de contrôle du débit d'air entrant ou découpage du procédé de combustion en étapes distinctes)

5) Brûleurs bas NOX : Applicable d'une manière générale à une combustion supplémentaire pour des générateurs de vapeur à récupération de chaleur dans le cas des installations de combustion à turbine à gaz à cycle combiné.

6) Réduction catalytique sélective (SCR) : Non applicable aux installations de combustion exploitées moins de 500 h/an. Non applicable d'une manière générale aux installations de combustion existantes de puissance < 100 MWth.

❖ Niveaux d'émission associés à la MTD (NEA-MTD) pour les émissions atmosphériques de NOX résultant de la combustion de gaz naturel dans des turbines à gaz

Les NEA-MTD présentées dans le tableau suivant concernent uniquement les CCGT, et sont pris du document sur les MTD pour les Grandes Installations de Combustion (**Journal officiel "UE", 2017**)

Tableau III.7. Niveaux d'émission associés à la MTD (NEA-MTD) pour les émissions atmosphériques de NO_x pour les CCGT

Type d'installation de combustion	Puissance thermique nominale totale de l'installation MWth	NEA-MTD (mg/Nm ³)	
		Moyenne Annuelle	Moyenne journalière
Turbine à gaz cycle combiné (CCGT)			
Nouvelle CCGT	≥ 50	10 - 30	15 - 40
CCGT existantes à consommation totale nette de combustible < 75 %	≥ 600	10 - 40	18 - 50
CCGT existantes à consommation totale nette de combustible ≥ 75%	≥ 600	10 - 50	18 - 55
CCGT existantes à consommation totale nette de combustible < 75 %	50-600	10 - 45	35 - 55
CCGT existantes à consommation totale nette de combustible ≥ 75%	50-600	25 - 50	35 - 55

❖ Niveaux d'émission associés à la MTD (NEA-MTD) pour les émissions atmosphériques de NO_x résultant de la combustion de gaz naturel dans des chaudières et des moteurs

Le tableau suivant résume les niveaux d'émission associés à la MTD (NEA-MTD) pour les émissions atmosphériques de NO_x résultant de la combustion de gaz naturel dans des chaudières et des moteurs (**Journal officiel "UE", 2017**).

Tableau III.8. Niveaux d'émission associés à la MTD (NEA-MTD) pour les émissions atmosphériques de NO_x résultant de la combustion de gaz naturel dans des chaudières et des moteurs (**Journal officiel "UE", 2017**)

Type d'installation de combustion	NEA-MTD (mg/Nm ³)			
	Moyenne annuelle		Moyenne journalière ou moyenne sur la période d'échantillonnage	
	Installation nouvelle	Installation existante	Installation nouvelle	Installation existante
Chaudière	10-60	50-100	30-85	85-110
Moteur	20-75	20-100	55-85	55-110

III.4. Outils disponibles pour la sélection et la validation des MTD et pour l'évaluation des performances des sites de production d'énergie.

L'apparition de l'approche Intégrée du contrôle et de prévention de la pollution dans le cadre des directives IPPC (1996) et ensuite IED (2010) et le concept de MTD ont favorisé l'ouverture d'un champ d'étude concernant les méthodes utilisées pour la sélection des MTD dans différents secteurs industriels ainsi que l'évaluation des performances des installations existantes en termes de MTD.

Plusieurs études et articles traitant ce sujet seront mentionnés dans le cadre de ce chapitre ainsi qu'une méthode que nous allons proposer après une revue de littérature en prenant en considération les spécificités du contexte algérien.

III.4.1. Méthodes pour la sélection des MTD et l'évaluation des performances des industriels (état de l'art)

III.4.1.1. Méthodes applicables au niveau d'un secteur industriel

Les méthodes applicables au niveau d'un secteur industriel (périmètre sectoriel) visent soit à identifier une liste de MTD (parfois avec des BATAEL « Best Available Techniques Emission Levels) à partir d'installations dans leur périmètre d'étude, soit à comparer des MTD déjà identifiées. Ils concernent tous des décideurs sauf pour Schollenberger *et al.* (**Schollenberger et al., 2008**) qui dirigent leurs travaux à destination des fournisseurs et Daddi *et al.* (**Daddi et al., 2013**) à destination des autorités. Il est à noter que Daddi *et al.* (**Daddi et al., 2013**) se concentrent sur le transfert de technologie et le National Observatory of Athens (2006) vise à créer un cadre d'aide à la décision pour l'évaluation des impacts engendrés par l'introduction de MTD dans l'industrie grâce à une approche économique.

Toutes ces approches sont basées sur une définition préalable des critères d'évaluation utilisés, sans pour autant de décrire la manière de procéder. En outre, plus d'informations sont disponibles sur la recherche d'installations de référence puis sur la détermination des MTD pour le niveau sectoriel.

III.4.1.2. Méthodes applicables au niveau d'une installation

Au niveau d'une installation, trois objectifs principaux ont été identifiés dans la littérature :

- Comparaison de la performance entre une installation et des MTD,
- Sélection de techniques pour une installation,
- Évaluation de performance d'une installation par rapport à ses conditions locales.

Deux méthodes seulement ont été trouvées sur la comparaison de la performance d'une installation existante avec les performances des MTD (**Everard, 2016**).

Celle de Barros *et al.* (**Barros et al., 2009**), consiste en un inventaire des procédés, des flux de matière et d'énergie ; une détermination des impacts environnementaux et une revue des MTD par des experts d'une entreprise pour identifier celles qui seraient déjà en place. Une revue des techniques pour vérifier la faisabilité dans l'installation étudiée fait l'objet de la dernière partie de cette méthode.

La deuxième méthode de comparaison de la performance entre une installation et les MTD, appelée L-BAT (Local-BAT) développée par Cikankowitz et Laforest (**Cikankowitz & Laforest, 2013; Laforest, 2014**) vise à déterminer les MTD au travers d'une grille d'analyse basée sur le BREF existant. Elle est la plus proche de la notion de MTD en évaluant le niveau de contrôle des techniques. Ainsi L-BAT a pour but d'effectuer un diagnostic environnemental d'une installation selon les MTD décrites dans les BREF, les réglementations nationales et locales (valeurs limites d'émission) et les performances des MTD.

Pour la sélection des MTD pour une installation, beaucoup d'articles fournissent un éclairage sur la manière de sélectionner les techniques appropriées à une installation donnée qui n'atteint pas la performance des MTD. Dans ce cas, son exploitant doit trouver des techniques pour améliorer sa performance environnementale à un coût acceptable.

Rodriguez *et al.* (**Rodriguez et al., 2013**) visent uniquement les émissions qui sont identifiées comme améliorables après une analyse détaillée des flux de matière et d'énergie plutôt que de considérer toutes les émissions.

Des critères techniques et économiques sont également pris en compte dans plusieurs autres articles, soit par jugement d'experts (**Giner-Santonja et al., 2012**) soit sur la base du coût social (**Bréchet & Tulkens, 2009**).

Le résultat de la comparaison de techniques est soit un classement, soit une note unique des sélections basés sur différents critères (**Bréchet & Tulkens, 2009**), ou une approche d'aide à la décision multicritère (**Giner-Santonja et al., 2012**).

La méthode de Giner-Santonja (**Giner-Santonja et al., 2012**) considère les 12 considérations de la directive comme préliminaire pour la détermination de ses critères d'évaluation comme celle de Laforest (**Laforest, 2014**).

Une évaluation qualitative du contexte local pour définir les contraintes locales à prendre en compte lors de la mise en œuvre des MTD dans l'étude de Cikankowitz et Laforest (2013) (**Cikankowitz & Laforest, 2013**).

III.5. Conclusion

Nous avons pu, dans le cadre de ce chapitre, collecter toutes les MTD qui peuvent être appliquées dans les centrales hybrides « solaire-gaz » mais uniquement pour le cycle combiné turbine à gaz comme nous avons décomposé ces systèmes hybrides en deux parties, afin d'optimiser la performance globale de ces centrales, car il n'y a pas un document de référence global pour ce type d'installations de production d'électricité.

Nous avons utilisé le document de référence BREF « LCP » pour Large Combustion Plants (version anglaise) et le document de conclusions sur les MTD pour les Grandes Installations de Combustion « GIC » (version française) publiés en 2017.

Nous avons ensuite collecté les méthodes disponibles dans la littérature, non seulement, pour la sélection des MTD mais aussi pour l'évaluation des performances techniques et environnementales des sites industriels.

Nous avons pu constater après cette revue de littérature que la prise en compte des conditions locales est donc essentielle pour s'assurer si une technique est applicable et/ou efficace sur un site. Pour cette raison, des méthodes adaptées au contexte de l'industrie algérienne doivent être conçues.

CHAPITRE IV

EVALUATION DES PERFORMANCES ET COMPARAISON ENTRE UNE CENTRALE HYBRIDE (SOLAIRE-GAZ) ET UNE CENTRALE CONVENTIONNELLE (100%GAZ)

Hypothèse à vérifier

L'utilisation des Meilleures Techniques Disponible dans une centrale conventionnelle pourrait être équivalente à l'utilisation d'une source d'énergie propre en matière de protection de l'efficacité technique et environnementale

IV.1. Introduction

Dans le cadre de ce chapitre, nous allons effectuer une évaluation des performances techniques et environnementales de deux centrales : une hybride « solaire-gaz » et une autre conventionnelle 100% gaz. En utilisant la méthode L-BAT (**Cikankowitz, 2008**).

Les centrales retenues pour notre étude sont : la centrale hybride solaire-gaz de Hassi R'mel « SPPI » et la centrale de Ain Djasser.

IV.2. Présentation des centrales objets de l'étude

IV.2.1. Présentation de la centrale hybride de Hassi R'mel

La centrale SPPI, objet de notre étude, est une centrale électrique hybride solaire-gaz située à Hassi R'mel au sud algérien, et a été réalisée dans le cadre de la nouvelle loi algérienne sur l'électricité et la distribution publique du gaz par canalisation n° 02-01 du 5 février 2002 afin de satisfaire la demande nationale en énergie électrique, tout en mettant à contribution les énergies renouvelables pour atteindre les objectifs nationaux en matière de contribution des énergies renouvelables au profil national de consommation d'énergie, que l'Algérie vient de réaliser une centrale hybride, qui est mise en service depuis 2011, utilisant le gisement de gaz de Hassi R'mel et aussi l'énergie solaire.

IV.2.1.1. Situation et Emplacement

La centrale est située aux alentours de la ville de Hassi R'Mel au lieu dit « Tilghemnt » (wilaya de Laghouat), à la limite sud de cette wilaya avec celle de Ghardaia. Du point de vue administratif, elle est située dans la Daira de Hassi R'Mel.

La centrale se trouve sur la route qui va du point kilométrique 494,5 de la RN-1 à la ville de Hassi R'Mel, à 2 km environ du carrefour.



Figure IV.1. Emplacement de la centrale (SPPI, 2014)

IV.2.1.2. Description de la centrale

La centrale « ISCC » de Hassi R'Mel est une installation hybride « solaire-gaz », qui produit 150 MW à un voltage de 220 kV basée sur les synergies entre le champ de collecteurs

solaires et la centrale de cycle combiné, pour une conception à 35 °C, 24 % d'humidité relative et 0,928 bar de pression barométrique (SPPI, 2014)

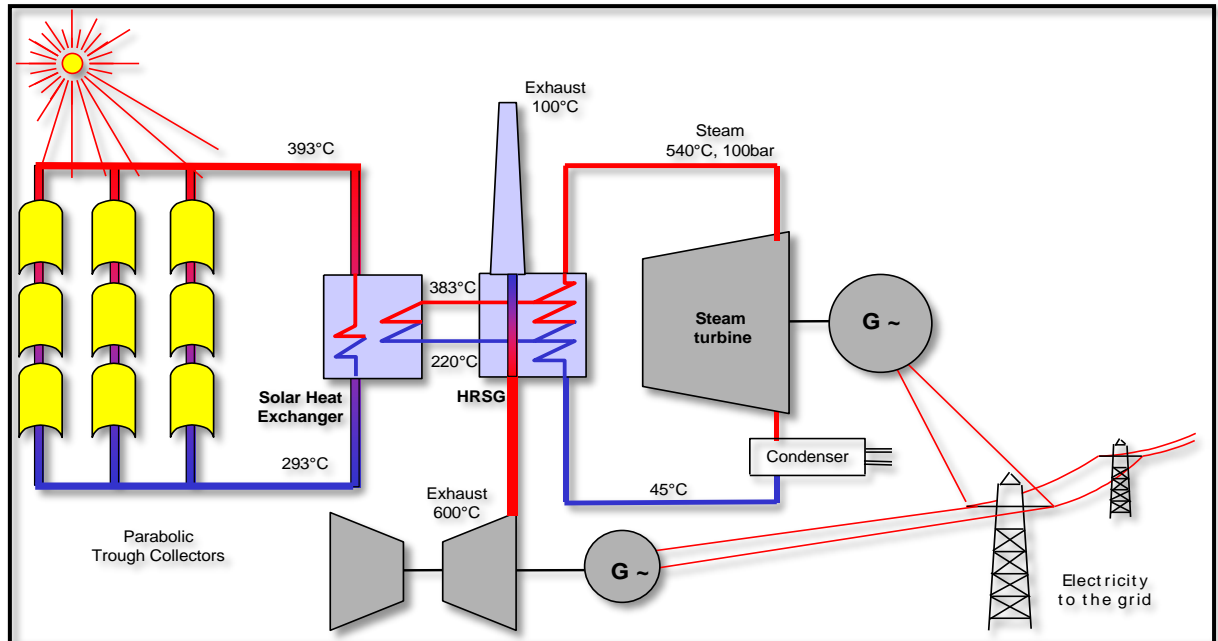


Figure IV.2. Schéma simplifié d'une centrale thermo-solaire avec cycle combiné intégré (SPPI, 2014)

Le cycle combiné « CCPP », configuration 2x1, est composé par 2 turbines à gaz naturel qui produisent l'énergie électrique basée sur la combustion de gaz naturel. La chaleur de combustion des turbines à gaz est employée dans deux Générateurs de Vapeur de Récupération de Chaleur verticaux (HRSG).

Dans une centrale thermo-solaire à cycle combiné intégré « ISCC », l'énergie solaire provenant des collecteurs cylindro-paraboliques est intégrée dans une centrale à cycle combiné (CC) afin d'augmenter la production d'électricité sans augmenter la consommation de combustible fossile. L'énergie thermique du champ solaire est utilisée pour produire de la vapeur additionnelle et la capacité de la turbine à vapeur est augmentée par rapport à celle de la centrale CC.

Pour transformer une centrale à cycle combiné « CC » en une centrale thermo-solaire à cycle combiné intégré « ISCC », on ajoute un champ solaire et un deuxième échangeur de chaleur (échangeur de chaleur solaire). Cet échangeur de chaleur solaire sera partiellement en parallèle avec le générateur de vapeur à récupération de chaleur « HRSG » ; il est parcouru par un fluide caloporteur au lieu des gaz d'échappement de la turbine à gaz.

L'originalité de cette centrale consiste à récupérer l'énergie du champ solaire, en plus de l'énergie résiduelle des turbines à gaz, ceci pour être utilisée dans la turbine à vapeur. Par ailleurs le système de refroidissement par air, permet de réduire substantiellement la consommation d'eau.

Le point clé de la centrale « ISCC » c'est que l'eau utilisée dans la chaudière de générateur de vapeur du système solaire est obtenue des dégazeurs des « HRSG » de la Centrale de Cycle Combinée et la vapeur produite par le champ solaire est injectée dans les surchauffeurs des dites « HRSG ». Alors, la vapeur produite par le champ solaire est détendue dans la même turbine à vapeur qui utilise la chaleur restante des gaz des turbines à gaz, donc le rendement électrique est augmenté et la centrale entière présente des coûts de production moindres que les deux équipements considérés d'une façon indépendante (SPPI, 2014).

IV.2.1.3. Description du procédé du cycle combiné intégré

Le schéma détaillé du procédé de la centrale est donné en annexe. Nous allons commencer tout d'abord par le circuit d'huile où celle-ci est préchauffée dans une chaudière auxiliaire jusqu'à 35-38 °C pour alimenter la tuyauterie du champ solaire (l'irradiation solaire concentrée réchauffe le fluide qui circule à l'intérieur du tube récepteur).

De cette manière, l'irradiation solaire directe se transforme en énergie thermique sous forme de chaleur sensible du fluide qui circule dans le récepteur. La concentration optique est telle que seule l'irradiation solaire directe est utilisable par le capteur, elle nécessite donc que le capteur suive en permanence le soleil tout au long de la journée.

Quand la température d'huile à la sortie du circuit solaire atteint 391°C (P = 14 bars), l'huile se dirige vers l'échangeur de chaleur au contact avec de l'eau qui est déjà préchauffée grâce la chaudière « HRSG » (*Heat Recovery Steam Generator*) jusqu'à 195 °C (P = 94,18 bars) ; l'huile sort à 291°C. Durant la période nocturne ou bien dans le cas où la température de l'huile n'atteint pas la température voulue, la vanne d'huile du circuit du champ solaire se ferme et la vanne de by-pass s'ouvre pour assurer la circulation d'huile en dehors de l'échangeur.

Ensuite, la vapeur sort des points 3 et 4 à 372 °C et à 87,2 bars, et se divise en deux partie pour alimenter les deux chaudières de récupération « HRSG » correspondant aux deux turbines à gaz pour être surchauffée. La vapeur arrive ensuite à la chaudière « HRSG »

(pratiquement à la même pression et la même température) et alimente la chaudière en amont ; cette vapeur passe du côté tubes de la chaudière (les gaz d'échappement passant côté calandre) et sort à 560°C et 83 bars qui sont les conditions de fonctionnement de la turbine à vapeur. Après détente dans cette dernière, la vapeur sort à 540 °C et 100 bar. La vapeur se dirige vers les aérocondenseurs, l'eau condensée va au réservoir principal d'où elle sera ensuite pompée et se diviser en deux parties pour être préchauffée dans les deux chaudières « HRSG ».

La vapeur est introduite dans la partie terminale de la chaudière, soit tout près de la cheminée principale. Elle passe par plusieurs étapes : tout d'abord par le préchauffeur d'où elle sort à 140 °C et 6,92 bars avant d'être dirigée vers un ballon séparateur (dégazeur) puis elle revient dans l'évaporateur LP et retourne encore une fois au ballon pour subir une meilleure séparation des gouttelettes d'eau entraînées. La vapeur passe ensuite dans l'économiseur-I HP et sort finalement de la chaudière à 195 °C et 94 bars. C'est cette vapeur qui va alimenter la chaudière « HTF » (Heat Transfer fluide) huile/eau.

Lorsque le crépuscule approche et que les niveaux d'énergie utiles baissent, le débit d'huile diminue jusqu'à atteindre le débit minimal. Une fois que ce débit minimal ne permet plus d'obtenir une température de sortie d'huile de 393 °C, la circulation est interrompue et une nouvelle période nocturne commence.

Pendant la période nocturne, l'huile « HTF » ne peut pas produire la vapeur au niveau de l'échangeur car sa température est trop basse. En fait, deux choses vont se produire :

- L'huile circule en circuit fermé à travers le champs solaire, et passe aussi dans la chaudière auxiliaire pour maintenir toujours la température de l'huile vers 35-38 °C pour éviter le givrage pendant le froid ou bien lorsque la température est basse.
- L'eau entre dans le préchauffeur de la chaudière auxiliaire en provenance du réservoir principal d'eau condensée et passe dans le ballon dégazeur, ensuite dans l'évaporateur LP. Elle pénètre alors dans l'économiseur-I HP. Dans ce cas, au lieu de sortir du point 2, la vanne se ferme et l'eau passe dans l'économiseur- II HP. L'eau sort de la chaudière pour aller dans le ballon "HP drum" ensuite dans l'évaporateur HP. Finalement, la vapeur d'eau passe directement dans les HP surchauffeur HP I et II qui sont munis de brûleurs pour augmenter la température

de la vapeur jusqu'à 650°C pour alimenter la « TAV », avec la contribution des gaz d'échappement des deux « TAG ».

Tous ces brûleurs sont munis d'une boucle de régulation qui assure l'alimentation en gaz naturel lorsque cela est nécessaire. (SPPI, 2014)

IV.2.1.4. Description des principaux équipements de la centrale

A. Le récupérateur de chaleur (Heat Recovery Steam Generator « HRSG »)

Le récupérateur de chaleur est conçu de manière à extraire le maximum de chaleur récupérable à partir de l'échappement de gaz de la turbine. Pour cela, le débit de gaz d'échappement de la turbine parcourt en sens inverse le circuit eau /vapeur de la chaudière.

Les gaz d'échappement traversent en premier lieu les surchauffeurs ; ensuite, ils passent à travers l'évaporateur HP, et de là, ils passent à travers l'économiseur et enfin à travers le module de chauffage basse pression avant d'être évacués vers l'atmosphère par la cheminée principale.

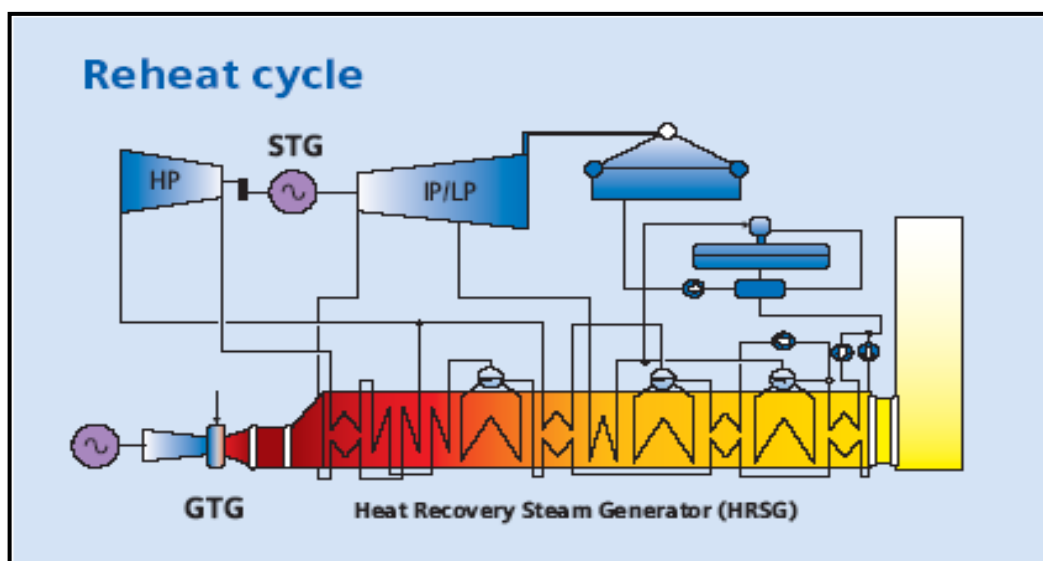


Figure IV.3. Schéma de la chaudière HRSG (SPPI, 2014)

B. Champ solaire

Le champ solaire est basé sur la technologie de collecteurs solaires paraboliques de concentration de la radiation solaire et composé de 56 boucles, chacun composé de 4 collecteurs, disposés en rangées parallèles. Le champ se divise en deux zones égales, un au Nord-Ouest et l'autre au Sud-Est, toujours en relation par rapport aux installations communes.

C. Système Turbine à Vapeur – générateur

La centrale comporte une unité de génération composée par:

- Une turbine à vapeur à trois états de type axial: La turbine à vapeur est livrée avec tous les accessoires nécessaires à son bon fonctionnement. La turbine à vapeur est du type à condensation, corps unique, simple flux, aubage à réaction. La turbine est conçue avec l'échappement simple axial et elle est prévue pour une utilisation en intérieur ; le sens de rotation est en sens horaire en regardant du côté admission vapeur ; la puissance générée par la TAV est de 70 MWh.
- Un générateur synchrone avec système de refroidissement d'eau, 50 Hz, 11 kV, 0,85 facteur de pouvoir.
- Les systèmes communs et les auxiliaires.

Le refroidissement du groupe sera fait au moyen d'un circuit de refroidissement fermé basé sur la condensation à air.

D. Système Turbine à gaz-générateur

La centrale se compose de deux unités, chacune se compose d'une turbine à gaz (SGT 800) et d'un générateur, lesquelles peuvent être divisées en systèmes et équipements suivants :

- Une turbine au gaz naturel composée de :
- Un générateur extérieur synchrone d'air 50 Hz, 11Kv, protégé contre l'humidité avec ses différents systèmes et les équipements associés.
- Les systèmes communs et auxiliaires de l'unité du générateur de la turbine à gaz:
 - Un système de lubrification d'huile.
 - Un circuit fermé de réfrigération.
 - Un système de contrôle du générateur de la turbine à gaz.

D'autre part, pour réduire la consommation d'eau générale de la centrale, la réfrigération de chaque groupe est faite au moyen d'un circuit fermé de réfrigération.

Un aérocondenseur modulaire est installé à l'extérieur.

E. Station de Régulation et Mesure de Gaz

L'alimentation du gaz arrive par voie d'une conduite arrivante depuis le champ de production de gaz naturel (module 3 appartenant l'entreprise nationale Sonatrach) à côté de l'installation, à 3 km environ vers l'Est. A la limite Ouest de la centrale (près du coin Sud - Ouest du champ solaire Nord-Ouest) on trouve l'entrée de cette conduite de l'installation.

La station de régulation et de mesure de gaz inclut l'ensemble d'appareils et accessoires installés entre la fin de l'attaque intérieure et le début des lignes de distribution et dont la mission est de filtrer le gaz des impuretés qui peut entraîner dans son mouvement dans les tuyauteries, régler la pression de distribution à des valeurs pratiques de travail et mesurer le gaz fourni aux différents équipements (turbines et chaudières).

F. Installation de traitement d'eau (PTA)

Cette installation est composée des unités suivantes

- Un système de filtration d'eau.
- Un système d'osmose inverse.
- Un système de déminéralisation

G. Installation de traitement d'effluents (PTE)

Pour la réception et l'homogénéisation des différents effluents de la centrale thermo solaire, une fosse en génie civil est constituée, avec une capacité de 300 m³.

Les différents effluents de la centrale, eaux d'égouts, émulsions, purges et drainages, eau de processus, etc., sont conduits à l'unité de traitement des effluents avant d'être rejetés dans le bassin d'évaporation ou éventuellement, avant d'être utilisés pour les besoins agricoles.

La centrale de traitement des effluents se compose de :

- Un bassin d'homogénéisation.
- Un bassin d'aménagement.

H. Séparateur d'huiles

Dans ce système on traite les eaux contaminées par les huiles des différents services de la centrale. Ces eaux sont conduites à une cuve de décantation ensuite à un séparateur d'huiles.

I. Système d'analyse du gaz brûlé

On comprend par système continu d'émissions, l'ensemble d'éléments qui permettent d'effectuer la mesure de polluants dans les gaz émis dans une cheminée.

Parmi tous ces systèmes, il a été opté pour l'alternative d'extraction directe, avec élimination d'humidité par refroidissement de l'échantillon et la condensation d'eau, puisque c'est le type de système le plus adéquat pour optimiser l'installation.

Pour que l'installation et la mise en marche de ce système d'émissions opèrent normalement, l'installation est dotée d'une sonde de prise d'échantillons d'un mètre de longueur, qui sera placée à une hauteur adéquate sur le niveau du sol.

J. Station de Chauffage (turbine à Vapeur et Chaudière)

Les caractéristiques de la station de chauffage sont approximativement (SPPI, 2014):

Débit maximum : 50.000 Nm³/h, Débit minimum : 10.000 Nm³/h

Pression d'entrée maximale : 65 bars, Pression d'entrée minimale : 42 bars.

Température d'entrée du gaz : 18 °C, Température de sortie du gaz : 28 °C.

- ❖ La centrale possède tous les systèmes auxiliaires mécaniques, électriques et de commande exigés comme:

K. Chaudière auxiliaire pour système de fluide caloporteur

Le système « HTF » est équipé d'une chaudière pour assurer toujours la température minimale conseillée afin d'éviter que « l'HTF » se gèle (au-dessous de 25 °C). Cette situation peut arriver, surtout, durant la nuit ou pendant l'hiver. Normalement, cette chaudière est réglable entre 30 et 60 °C (pour le premier et le deuxième mode d'opération) et entre 120 et 180 °C (pour le troisième mode d'opération). Ces valeurs peuvent s'adapter selon les besoins de l'installation.

Il s'agit d'une chaudière piro-tubulaire qui est placée à l'intérieur d'un bâtiment construit à cet effet.

L. Système anti-incendie

Le système anti-incendie de la centrale consiste en une détection anticipée, alarme, une contention et, si c'est possible, une suppression de l'incendie. Différents types de systèmes ont été prévus pour lutter contre les divers types d'incendie dans les différentes zones de la

centrale. Tous les systèmes font partie d'un système centralisé de protection pour toute la centrale.

M. Système d'air comprimé

Le système d'air comprimé produit l'air de service et l'air pour les instruments nécessaires au fonctionnement de la centrale.

IV.2.2. Présentation de la centrale de Ain Djasser

L'extension de la centrale TURBINE A GAZ de AIN DJASSER de 2*131.95MW + 2*127MW est équipée de quatre turbines à gaz fonctionnant en cycle simple.

IV.2.2.1. Principaux équipements de la centrale de Ain Djasser

Notre visite de la centrale, nous a permis d'observer les équipements suivants :

- Salle des machines
- Gaine d'aspiration
- Disjoncteur de groupe transformateur de sous tirage
- Transformateurs principaux
- Cheminées
- Bâtiment administratif
- Réservoir pour diesel de démarrage
- Bâtiment des compresseurs
- Bâtiment eau déminéralisée
- Bâtiment des pompes eau anti incendie
- Réservoir eau anti incendie 2x5000m³
- Réservoir gasoil 9000 m³
- Poste gaz et réchauffeurs
- Réservoir d'eau brute 2x1750m³
- Transformateur pour le démarrage statique
- Transformateur d'excitation 1150 KV
- Support tuyauteries
- Réservoir d'eau sanitaire 100m³
- Groupe d'injection air pour salle des machines
- Caniveau tuyauterie
- Analyseur de fumées

- Stockage des futs des huiles
- Réservoir mousse 20m³
- Réservoir soude
- Réservoir chlorhydrique
- Système de production eau potable

IV.2.2.2. Description technique de la centrale

Les turbines à gaz constituant le cycle gaz sont de type axial. Le combustible principal utilisé est le gaz naturel. Le secours d'alimentation de la centrale se fera par gas-oil.

Le critère de dimensionnement du cycle thermique prévu est basé sur un fonctionnement à pleine charge des turbines à gaz.

Les turbines sont placées à l'intérieur d'enceinte en paquets insonorisés.

Les unités turbines à gaz et l'équipement auxiliaire sont conçus pour une marche en service de base de même que pour une période d'arrêt de 2 ou 3 semaines dans les conditions générales atmosphériques du site.

Chaque unité de turbine à gaz est en mesure de démarrer rapidement à partir de l'état froid. Elle est capable d'absorber des gradients de températures transitoires après un déclenchement rapide et redémarrer immédiatement.

Le cycle thermique ne comporte pas de récupération de chaleur.

La centrale est conçue de manière à passer du combustible principal (gaz naturel) au combustible secours (fuel) et vice versa sans perturbation sur la marche du groupe ou sur le régime de charge, mais induisant une variation transitoire de puissance de plus ou moins 10%.

IV.3. Evaluation des performances techniques et environnementales des deux centrales

Pour évaluer les performances techniques et environnementales des deux centrales (Hybride « solaire-gaz » de Hassi R'mel et conventionnelle 100% gaz de Ain Djasser Batna) nous allons utiliser la méthode L-BAT (Local Best Available Techniques) (Cikankowitz, 2008) .

IV.3.1. Evaluation de la performance environnementale et technique de la centrale hybride SPPI de Hassi R'mel

Comme mentionné précédemment, on a adopté la méthodologie L-BAT pour l'évaluation des performances techniques et environnementales de la centrale en vue de les comparer aux MTD et d'identifier le taux de conformité de la centrale SPPI à la réglementation et aux MTD du système IPPC de l'UE.

On a introduit des modifications légères sur la méthodologie pour l'adapter au contexte algérien en première place et aux spécificités de la centrale. Ces modifications n'affectent pas le fond de la méthodologie et des résultats.

A. Diagnostic technique et environnementale de la centrale

Une description de tous les systèmes et équipements principaux et auxiliaires a été évoquée dans la section précédente.

B. Examen du Système de Gestion de L'environnement et des Risques « SGER »

➤ Remplissage du questionnaire relatif au SGER

Pour l'examen du système de gestion de l'environnement et des risques, on a, en premier lieu, effectué une synthèse de toutes les mesures de gestion élaborées par la direction de la centrale à l'aide d'un questionnaire destiné à différents acteurs dans la centrale.

Le questionnaire comprend une liste de questions regroupées en 8 catégories différentes :

- **Catégorie I** : Réduction et Minimisation des Impacts Atmosphériques.
- **Catégorie II** : Contrôle et Minimisation des Rejets Liquides (protection du sol et sous-sol)
- **Catégorie III** : Sécurité – Risque – Incendie.
- **Catégorie IV** : Contrôle et Réduction du Bruit et des Odeurs.
- **Catégorie V** : Réduction et Minimisation des Impacts des Déchets
- **Catégorie VI** : Formation et Information des Travailleurs.
- **Catégorie VII** : Gestion de l'Environnement (Système de Management Environnemental)
- **Catégorie VIII** : Efficacité Energétique.

Les questions ont été élaborées en prenant comme références les textes réglementaires (loi, décrets...) de la réglementation Algérienne en matière d'environnement, sécurité et

maitrise de l'énergie, ainsi que les documents de référence sur les MTDs (les BREFs : BREF Grandes Installations de Combustion « GIC » et BREF efficacité énergétique).

La classification des mesures par niveau de maitrise est présentée dans la même grille du questionnaire. Un code de couleurs a été utilisé pour faciliter la lecture de la grille et pour aider le lecteur à former une idée initiale sur les résultats de l'examen du SGER.

→ *Le code de couleurs utilisé :*



Classe A : Bonne maitrise (Conforme aux exigences des BREFs)



Classe B : Bonne maitrise (Conforme aux exigences de la réglementation

Algérienne)



Classe C : Maitrise moyenne



Classe D : Maitrise insuffisante



Classe E : Maitrise très insuffisante



Classe F : Aucune maitrise

Le tableau suivant présente les différents niveaux de maitrise avec les libellés associés à chacun :

Tableau IV.1 : Niveaux de maîtrise des technologies et des systèmes de gestion par rapport aux performances des MTD

Classes	Libellé	Niveaux de maîtrise
A	MTD existante dans le BREF	Bonne maîtrise
B	Action non référencée dans le BREF mais conforme aux textes de la réglementation algérienne.	
C	MTD en cours de mise en œuvre ou bien maitrise moyenne de la mesure existante.	Maîtrise moyenne
D	Technique ayant des performances équivalentes aux MTD du BREF mais écart entre théorie et pratique Solution technique non conforme aux exigences réglementaires et/ou de sécurité (<i>à justifier</i>).	Maîtrise insuffisante
E	MTD ou mesure en cours de mise en œuvre et non-conformité actuelle aux VLE (<i>à justifier absolument</i>) Ou Non-conformité de l'application des mesures de la réglementation	Maîtrise très insuffisante
F	Non-conformité technique en termes d'exigences réglementaires, de sécurité et de VLE ou Absence total de la mesure ou la technique.	Aucune maîtrise

Le tableau suivant montre que si 75% des techniques sont classées dans les niveaux A et B, alors, l'installation a une performance satisfaisante, c'est-à-dire qu'elle met en œuvre des meilleures techniques disponibles.

Tableau IV.2 : Niveaux de performance MTD d'une installation (Cikankowitz, 2008)

Niveau de performance	Taux de conformité de l'installation (classes A+B)
<i>Performance satisfaisante</i>	$TC \geq 75\%$
<i>Performance acceptable</i>	$60\% \leq TC < 75\%$
<i>Performance moyenne</i>	$50\% \leq TC < 60\%$
<i>Performance insuffisante</i>	$TC < 50\%$

Le tableau IV.3 est un extrait de la grille SGER de la centrale pour la catégorie I « Réduction et minimisation des impacts atmosphériques ». Il explique simplement à quoi correspondent les rubriques du questionnaire à remplir.

Tableau IV.3. Extrait de la grille d'évaluation du SGER de la centrale de Hassi R'mel

Catégorie I : Réduction et minimisation des impacts atmosphériques								
Mesure		Référence		Est-ce que l'industriel possède cette mesure ?				Spécificités et justification
Question	Réponse (si nécessaire)	BREF	Règlementation Algérienne	Oui	Non	Projet en cours	NC (Non Concerné)	
I ₁	Est-ce que la centrale a été conçue construite et exploitée de manière à éviter, prévenir ou réduire à la source les rejets atmosphériques qui ne doivent pas dépasser les limites d'émissions fixées par la réglementation ?		Décret exécutif n°06-138 du 15-04-2006 Art.4 Des prescriptions techniques relatives aux rejets atmosphériques	B				
I ₂	Est-ce que les rejets atmosphériques de la centrale sont identifiés et captés aussi près que possible de leur source d'amission ?	Les cheminées sont équipées d'un système de mesure en continu (IR400). Les rejets atmosphériques sont identifiés et analysés mais ils ne sont pas traités.	Décret exécutif n°06-138 du 15-04-2006 Art.5	C				
I ₃	Est-ce que la centrale possède des installations de traitement des rejets atmosphériques ?		Décret exécutif n°06-138 du 15-04-2006 Art.7		F			

➤ Résultats de l'examen du SGER

a. Calcul du nombre de mesures de prévention par niveau de maîtrise

Pour chaque catégorie et pour chaque classe, le nombre de mesures de prévention a été comptabilisé. Les résultats sont récapitulés dans le tableau IV.4.

Tableau IV.4. Nombre de mesures par catégorie et par niveau de maîtrise

Catégorie (objectifs environnementaux et risques)	Nombre total de mesures de prévention	Classe A	Classe B	Classe C	Classe D	Classe E	Classe F
Réduction et Minimisation des Impacts Atmosphériques.	23	7	5	4	3	0	4
Contrôle et Minimisation des Rejets Liquides (protection du sol et sous-sol)	30	4	12	10	2	0	2
Sécurité – Risque – Incendie	35	0	34	1	0	0	0
Contrôle et Réduction du Bruit et des Odeurs.	12	2	4	5	1	0	0
Réduction et Minimisation des Impacts des Déchets	7	0	6	1	0	0	0
Formation et Information des Travailleurs	5	0	4	1	0	0	0
Gestion de l'Environnement (Système de Management Environnemental)	3	1	0	2	0	0	0
Efficacité Energétique	25	15	0	9	1	0	0
Nombre total des mesures	140	29	65	33	7	0	6

La figure IV.4 est une présentation graphique des résultats.

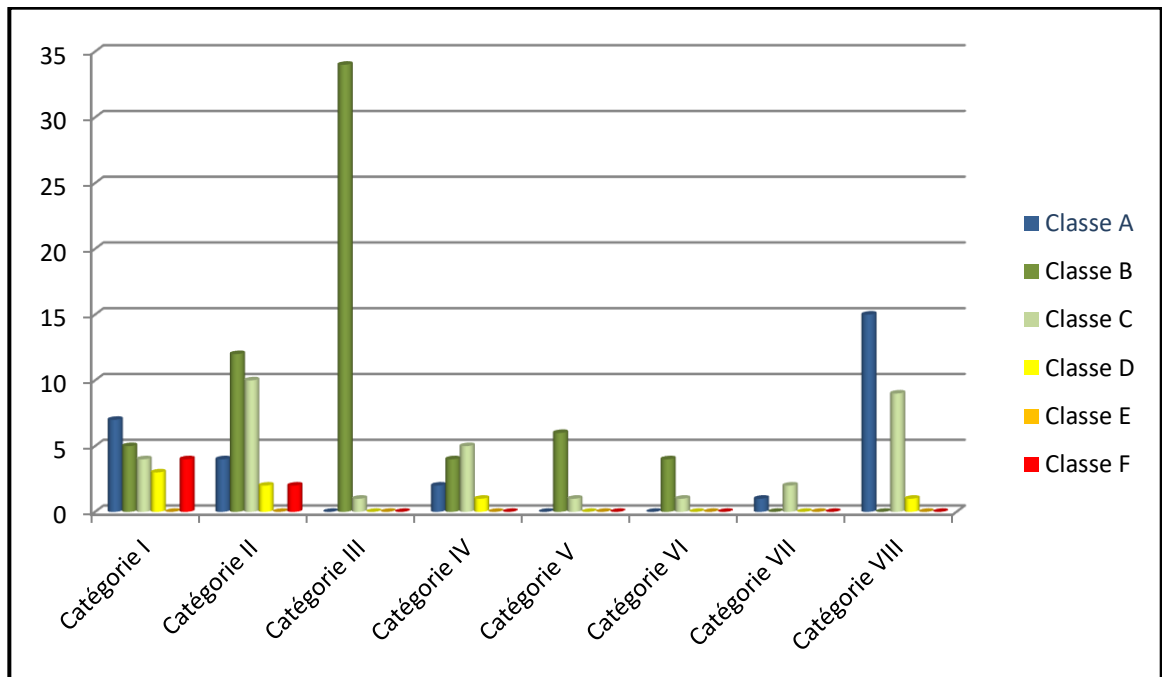


Figure IV.4. Représentation du nombre de mesures par catégorie et par niveau de maîtrise pour la centrale de Hassi R'mel

➤ **Interprétation**

Le graphe de la figure IV.4 montre que la majorité des mesures du « SGER » de la centrale, sont classées dans les classes A et B « Bonne maîtrise », ce qui donne une première impression sur la performance de la centrale.

Nous remarquons aussi qu'il y a 7 mesures de classe D « Maîtrise insuffisante », mais sur 140 mesures ce nombre semble acceptable.

Cependant, nous trouvons 6 mesures de classe F « Aucune Maîtrise », dans les deux catégories : Réduction et Minimisation des impacts atmosphériques et Contrôle et Minimisation des rejets liquides (protection du sol et sous-sol). Cela désigne l'absence de quelques mesures dans le SGER pour ces deux catégories et que plus d'attention doit être prêtée à ces deux catégories par la direction de la centrale.

b. Répartition des mesures par classe (calcul des pourcentages de chaque classe)

Nous avons ensuite calculé le pourcentage des mesures de prévention du « SGER » pour chaque classe de maîtrise. Le tableau IV.4 résume les résultats.

Tableau IV.5 : Le pourcentage des mesures de prévention du SGER pour chaque niveau de maitrise

Classes	Classe A	Classe B	Classe C	Classe D	Classe E	Classe F
Nombre total des mesures	140	29	65	33	7	0
Répartition des actions	20.71%	46.43%	23.57%	5%	0%	4.28%

Dans la figure IV.5 une présentation des pourcentages des mesures par classe de maitrise

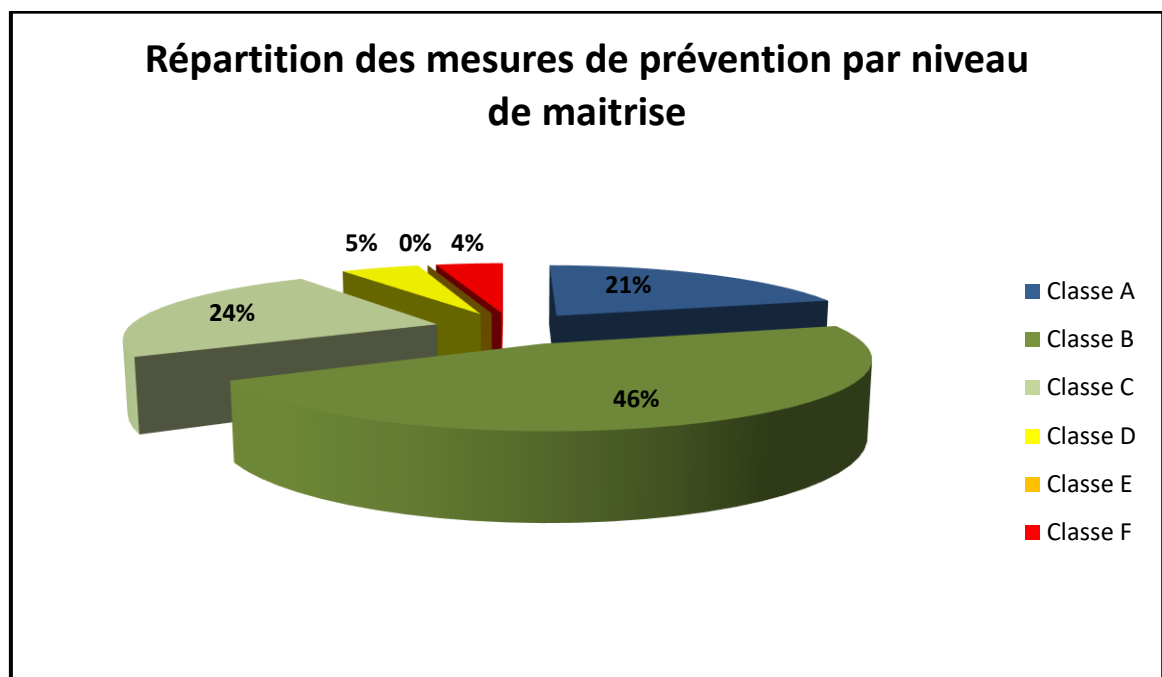


Figure IV.5. Répartition des mesures de prévention par niveau de maîtrise pour la centrale de Hassi R'mel

➤ **Interprétation**

Le graphe de la figure IV.5 vient compléter celui de la figure IV.4.

La grande part appartient aux classes A et B d'un pourcentage de 67%. En deuxième position vient la classe C par 24%.

Des pourcentages faibles (4% et 5%) pour les classes D « Maîtrise insuffisantes » et F « Aucune Maîtrise ».

c. Taux de conformité du SGER par catégorie

Le taux de conformité a été calculé pour chaque catégorie, selon la formule suivante :

$$TC = \frac{\text{Nombre d'actions de classes (A+B)}}{\text{Nombre total d'actions}} \quad (\text{Cikankowitz, 2008}) \quad (IV.1)$$

Les résultats sont résumés dans le tableau IV.6.

Tableau IV.6. Taux de conformité du SGER par catégorie

Catégorie (objectifs environnementaux et risques)	Taux de conformité	Limite minimale acceptable pour la conformité à la réglementation et aux MTDs
Réduction et minimisation des impacts atmosphériques	52%	75%
Contrôle et minimisation des rejets liquides (protection du sol et sous-sol)	53%	75%
Sécurité – risque – incendie	97%	75%
Contrôle et réduction du bruit et des odeurs	50%	75%
Réduction et minimisation des impacts des déchets	85%	75%
Formation et information des travailleurs	80%	75%
Gestion de l'environnement (système de management environnemental)	33%	75%
Efficacité énergétique.	60%	75%

Dans la figure IV.6, une représentation des résultats du tableau IV.6.

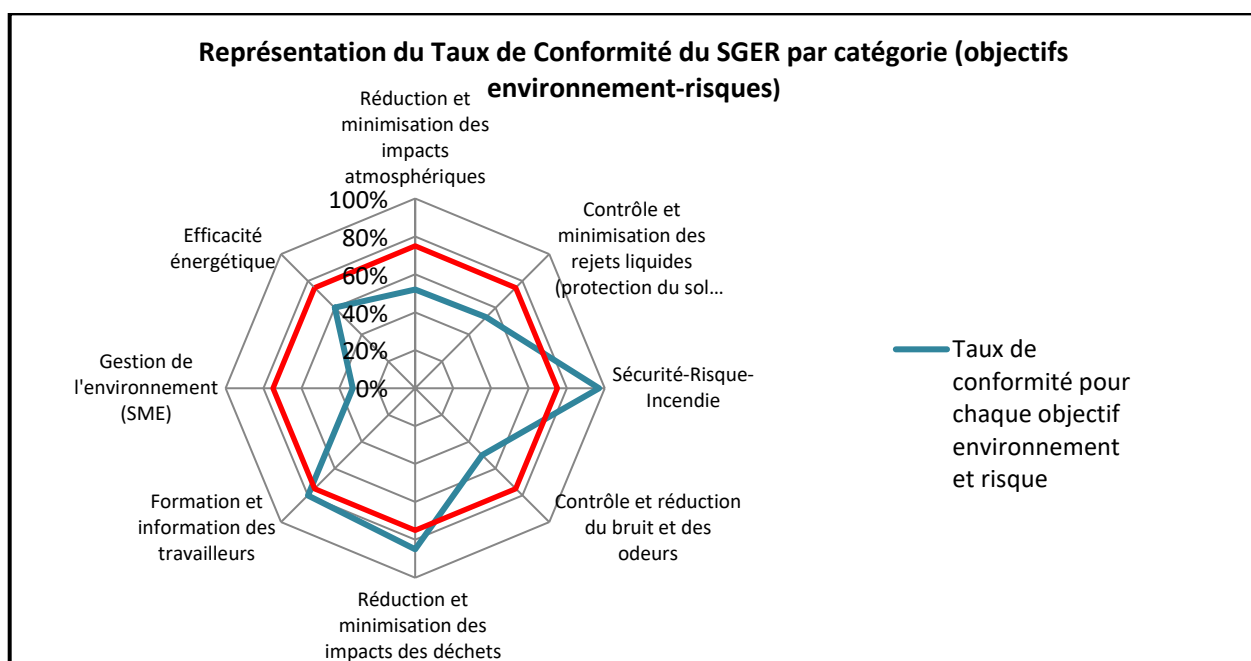


Figure IV.6. Représentation du taux de conformité du SGER par catégorie pour la centrale de Hassi R'mel

➤ **Interprétation :**

En observant le tableau IV.6 et la figure IV.6 nous pouvons émettre les remarques suivantes :

- ✚ Une interprétation initiale est que la performance de la centrale est acceptable.
- ✚ Les taux de conformité du SGER par catégorie tournent autour de la limite minimale acceptable (il y a 3 valeurs supérieures et 5 inférieures à la limite)
- ✚ La centrale a une performance excellente en matière de sécurité avec un taux de conformité de 97%. Ainsi, pour les catégories « Réduction et Minimisation des impacts des déchets » avec un taux de 85%, et « Formation et Information des travailleurs » 80%.
- ✚ Pour les catégories « I : Réduction et Minimisation des Impacts Atmosphériques », « II : Contrôle et Minimisation des Rejets Liquides (Protection du Sol et Sous-sol », « IV : Contrôle et Réduction du Bruit et des Odeurs » et « VIII : Efficacité Energétique » sont respectivement : 52%, 52%, 50% et 60%.
- ✚ La valeur la plus basse du taux de conformité (33%) figure dans la catégorie de « Gestion de l'Environnement (Système de Management Environnemental) ». Ceci s'explique par le fait qu'il y ait un manque d'application des exigences du SME.

d. Taux de Conformité Global de la centrale

Le taux de conformité global de la centrale est calculé selon la même formule :

$$TCG = \frac{\text{Nombre d'actions de classes (A+B)}}{\text{Nombre total d'actions}} \quad (\text{Cikankowitz, 2008}) \quad (IV.2)$$

TCG = 67%

(IV.3)

La valeur du TCG montre que la performance de la partie cycle combiné de la centrale hybride solaire-gaz est inférieure à la valeur acceptable tandis que la combinaison de la performance de la partie gaz (avec un taux de 67%) avec l'utilisation d'une source renouvelable rend la performance globale de cette centrale « acceptable »

e. Analyse du niveau de performance globale de la centrale (analyse des mesures de prévention)

Afin d'analyser le niveau de performance globale de la Centrale SPPI, nous devons recenser toutes les mesures du SGER appartenant aux classes D, E et F (mesures non compatibles aux prescriptions de la réglementation et aux BREF). Les résultats sont présentés dans le tableau IV.7.

Tableau IV.7. Recensement des mesures du « SGER » de la centrale de Hassi R'mel non compatibles aux prescriptions de la réglementation et des « BREF »

Référence	Catégorie	Désignation	Niveau de maîtrise	Justification
Décrit exécutif N° : 06-138 du 15/04/2006 Article 5	Réduction et minimisation des impacts atmosphériques.	les rejets atmosphériques de la centrale ne sont pas captés et traités aussi près que possible de leur source d'émission. Ils sont uniquement identifiés par des appareils de mesures placés dans les cheminées.	D	Les rejets atmosphériques ne sont pas importants
DEN° : 06-138 du 15/04/2006 Article 7	Réduction et minimisation des impacts atmosphériques.	la centrale ne possède pas des installations de traitement des rejets atmosphériques.	F	Les rejets atmosphériques ne sont pas importants
DE N° : 06-138 du 15/04/2006 Article 13	Réduction et minimisation des impacts atmosphériques.	Les contrôles effectués par les services habilités visant à s'assurer de la conformité aux valeurs limite des émissions atmosphériques fixées en annexe du DE N° 06-138, sont peu fréquents.	D	Les contrôles se font par le service environnement de la centrale et les résultats sont communiqués aux autorités compétentes
BREF « GIC »	Réduction et minimisation des impacts atmosphériques.	La centrale ne possède pas des mesures secondaires pour la réduction des émissions atmosphériques, qui visent à réduire ou éliminer les rejets atmosphériques déjà produits.	D	Les rejets atmosphériques ne sont pas importants
BREF « GIC » & 7.1.7.3.1	Réduction et minimisation des impacts atmosphériques.	La mesure d'injection d'eau ou de vapeur pour la réduction des émissions de NO _x n'est pas utilisée dans la centrale.	F	Les émissions des NO _x sont réduites par des mesures primaires telles que l'utilisation de gaz naturel traité, optimisation de la combustion (combustion complète)
BREF « GIC » & 7.1.7.3.3	Réduction et minimisation des impacts atmosphériques	La technique de réduction sélective catalytique (SCR) avec de l'ammoniac ou de l'urée en présence d'un catalyseur pour la réduction des NO _x n'est utilisée.	F	
DE N° :06-138 du 15/04/2006	Réduction et minimisation des impacts atmosphériques	Absence d'une conduite d'évacuation secondaire des rejets atmosphériques.	F	/

DE N° : 93-160 du 10-07-1993 Article 16	Réduction et minimisation des impacts atmosphériques	Les contrôles des rejets liquides effectués par des inspecteurs de l'environnement, sont peu fréquents.	D	Les contrôles se font par le service environnement de la centrale et les résultats sont communiqués aux autorités compétentes
REF « GIC »	Contrôle et minimisation des rejets liquides (protection du sol et sous-sol)	Les eaux d'extinction ne sont pas bien gérées. Elles ne sont pas récupérées et traitées.	D	/
DE N° : 06-141 du 19-04-2006 Article 5	Contrôle et minimisation des rejets liquides (protection du sol et sous-sol)	Le bassin d'évaporation n'est pas conforme à la réglementation. Il n'est pas équipé d'une matière imperméable qui va résister aux facteurs environnementaux et aux produits chimiques	C	mise en conformité du bassin : projet en cours
DE N° : 93-184 Du 27-07-1993 réglementant l'émission des bruits	Contrôle et réduction du bruit et des odeurs.	Les résultats de l'évaluation du niveau sonore montrent que les niveaux de bruit des machines, appareils, moteurs.....etc. sont supérieurs aux valeurs limites fixées par la loi : - Entre 70 et 98bd(A) sur le site de travail (VL ≤85dB) [évaluation entretenue par le service santé de la direction des affaires sociales-Sonatrach-Région de Hassi R'mel]	D	Il s'agit d'une exposition fluctuante, c'est-à-dire les travailleurs se déplacent (n'occupe pas un seul poste pendant une longue période)
BREF « EE » & 4.3.8	Efficacité énergétique	Aucune technique appliquée afin d'optimiser les systèmes de pompage (économiser l'énergie consommé par les systèmes de pompage)	D	/

Principalement, les catégories concernées par les classes C, D, F sont : la Réduction et la Minimisation des Impacts Atmosphériques, le Contrôle et la Minimisation des Rejets Liquides (protection du sol et sous-sol), le Contrôle et la Réduction du Bruit et des Odeurs et l'Efficacité Energétique.

Les mesures appartenant aux niveaux de maîtrise « Maîtrise Insuffisante » et « Aucune Maîtrise » sont justifiées dans le tableau IV.7.

IV.3.2. Evaluation de la performance technique et environnementale de la centrale de Ain Djasser « Batna »

Pour la centrale de Ain Djasser, et comme dans le cas de la centrale de Hassi R'mel nous allons en premier lieu effectuer un examen Système de Gestion de l'environnement et des risques de cette centrale.

Pour effectuer l'évaluation de la performance technique et environnementale de la centrale de Ain Djasser « Batna », nous avons utilisé la même méthode utilisée pour la centrale de Hassi R'mel L-BAT (Local-Best Available Techniques).

A. Diagnostic technique et environnementale de la centrale

Une description technique de la centrale a été évoquée précédemment.

B. Examen du Système de Gestion de L'environnement et des Risques « SGER »

➤ **Remplissage du questionnaire relatif au SGER**

Nous avons effectué une synthèse de toutes les mesures de gestion élaborées par la direction de la centrale à l'aide d'un questionnaire destiné à différents acteurs dans la centrale.

Le tableau IV.8 présente un extrait de la grille du questionnaire pour la centrale de Ain Djasser. Afin de ne pas surcharger le manuscrit, la grille d'évaluation complète est présentée en annexe.

Tableau IV.8. Extrait de la grille d'évaluation du SGER de la centrale de Ain Djasser

Catégorie I : Réduction et minimisation des impacts atmosphériques. (NC : non concerné) -1-								
Mesure		Référence		Est-ce que l'industriel Possède cette mesure ?				Spécificités et justification.
Q	R	BREF	Réglementation Algérienne	Oui	Non	Projet en cours	NC	
Est -ce que cette installation a été conçue construite et exploitée de manière à éviter prévenir ou réduire ,à la source , les rejets atmosphérique qui ne doivent pas déposer les limites d'émissions fixées par la réglementation ?			Décret exécutif N° : 06-138 du 15/04/2006 Art. 4 : Des prescriptions techniques relatives aux rejets atmosphériques.	B				
Est-ce que les rejets atmosphériques de la centrale sont identifiés et captés aussi près que possible de leur source d'émission ?			Décret exécutif N° : 06-138 du 15/04/2006 Art. 5	C				Les émissions sont très faibles
Est-ce que la centrale possède des installations de traitement ?si oui, est-ce qu'elles sont conçues, exploitées et entretenues de minimum les durées d'indisponibilités pendant lesquelles elles ne peuvent assurer pleinement leur fonction			De N° : 06-138 du 15/04/2006 Art. 7		F			
Est-ce que des dispositions sont prises en cas de dépassement des VL ?			Décret exécutif N° : 06-138 du 15/04/2006 Art. 7		D			
Est-ce que la réduction ou même l'arrêt-si besoin- des activités concernées par le dépassement des limites d'émissions, est envisagée ?			DE N° : 06-138 du 15/04/2006 Art. 7		F			

➤ Résultats de l'examen du SGER

a. Calcul du nombre de mesures de prévention par niveau de maîtrise

Pour chaque catégorie et pour chaque classe le nombre de mesures de prévention a été comptabilisé. Les résultats sont récapitulés dans le tableau IV.9.

Tableau IV.9. Nombre de mesures par catégorie et par niveau de maîtrise pour la centrale de Ain Djasser.

Catégorie (objectifs environnementaux et risques)	Nombre total de mesures de prévention	Classe A	Classe B	Classe C	Classe D	Classe E	Classe F
Réduction et Minimisation des Impacts Atmosphériques.	24	8	3	1	2	1	9
Contrôle et Minimisation des Rejets Liquides (Protection du Sol et Sous-Sol)	31	6	6	6	2	1	10
Sécurité – Risque – Incendie	35	0	33	1	0	0	1
Contrôle et Réduction du Bruit et des Odeurs.	10	3	5	2	0	0	0
Réduction et Minimisation des Impacts des Déchets	7	0	6	1	0	0	0
Formation et Information des Travailleurs	5	0	5	0	0	0	0
Gestion de l'Environnement (Système de Management Environnemental)	3	1	0	2	0	0	0
Efficacité Energétique.	25	19	0	6	0	0	0
Nombre total des mesures	140	37	58	19	4	2	20

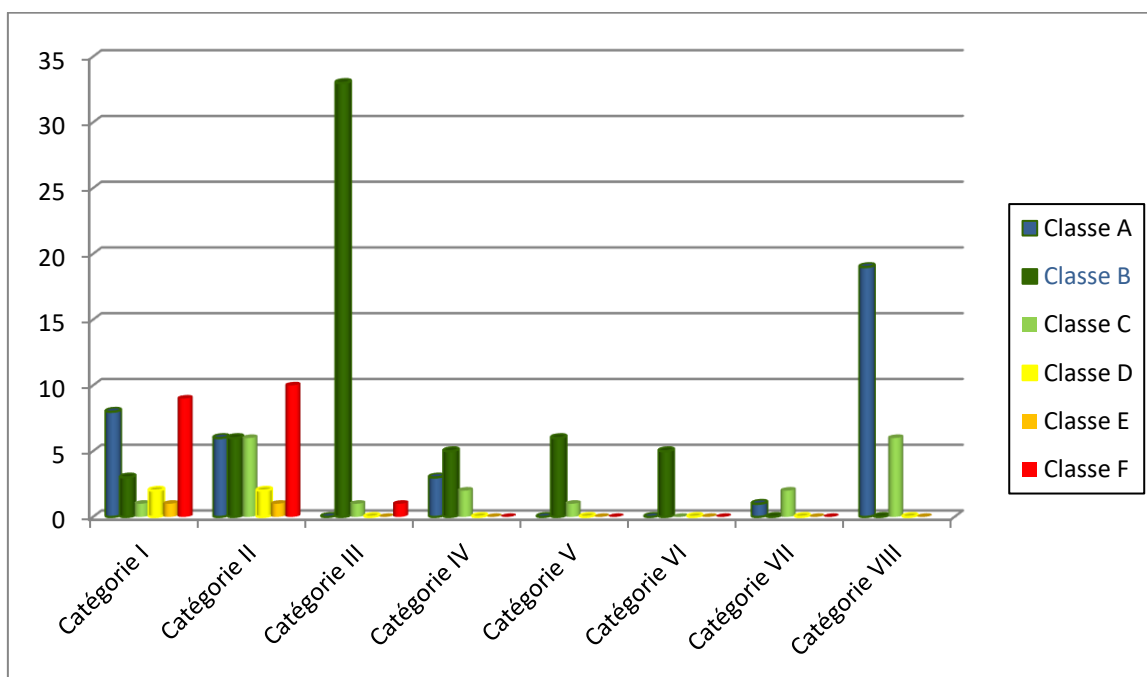


Figure IV.7. Représentation du nombre de mesures par catégorie et par niveau de maîtrise pour la centrale d’Ain Djasser

➤ **Interprétation**

Le graphe obtenu montre que la majorité des mesure du SGER de la centrale sont classées dans les classe A et B « Bonne maitrise ».

Cependant, il y a pas mal de mesures de prévention qui appartiennent à la classe F « aucune maitrise » c-à-d absence totale de ces mesures dans le système de gestion principalement dans les catégories I et II.

b. Répartition des mesures par classe (calcul des pourcentages de chaque classe)

Nous avons ensuite calculé le pourcentage des mesures de prévention du SGER pour chaque classe de maîtrise. Le tableau IV.8 résume les résultats.

Tableau IV.10. Le pourcentage des mesures de prévention du SGER pour chaque niveau de maîtrise pour la centrale de Ain Djasser

Classes	Classe A	Classe B	Classe C	Classe D	Classe E	Classe F
Nombre total des mesures	140	37	58	19	4	20
Répartition des actions	26.43%	41.43%	13.57%	2.85%	1.43%	14.28%

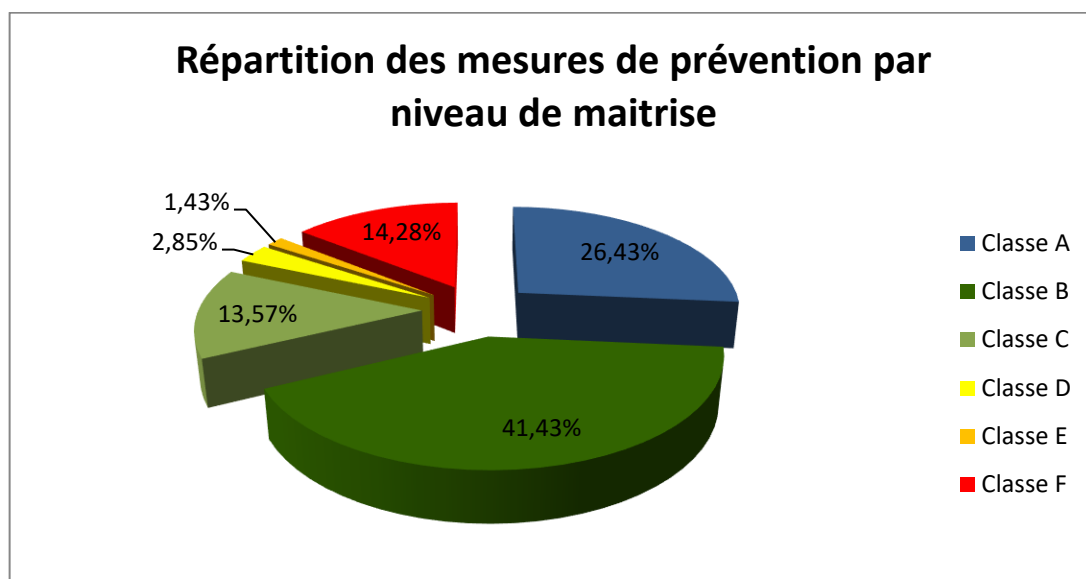


Figure IV.8. Répartition des mesures de prévention par niveau de maîtrise (Centrale de Ain Djasser)

➤ **Interprétation**

Le graphe ci-dessus montre que :

La grande part appartient aux classes A et B d'un pourcentage de 67%. En deuxième position vient la classe F par 14.28%.

Des pourcentages faibles (1% et 2,85%) pour les classes D « Maîtrise insuffisantes » et E « Maîtrise très insuffisante ».

c. Taux de conformité du SGER par catégorie

Le taux de conformité a été calculé pour chaque catégorie, selon l'équation (IV.1). Les résultats sont résumés dans le tableau IV.11 :

Tableau IV.11. Taux de conformité du SGER par catégorie (Centrale de Ain Djasser)

Catégorie (objectifs environnementaux et risques)	Taux de conformité	Limite minimale acceptable pour la conformité à la réglementation et aux MTDs
Réduction et minimisation des impacts atmosphériques	45%	75%
Contrôle et minimisation des rejets liquides (protection du sol et sous-sol)	38%	75%
Sécurité – risque – incendie	94%	75%
Contrôle et réduction du bruit et des odeurs	80%	75%

Réduction et minimisation des impacts des déchets	85%	75%
Formation et information des travailleurs	100%	75%
Gestion de l'environnement (système de management environnemental)	33%	75%
Efficacité énergétique.	76%	75%

Dans la figure IV.9, une représentation des résultats du tableau IV.11 a été représentée.

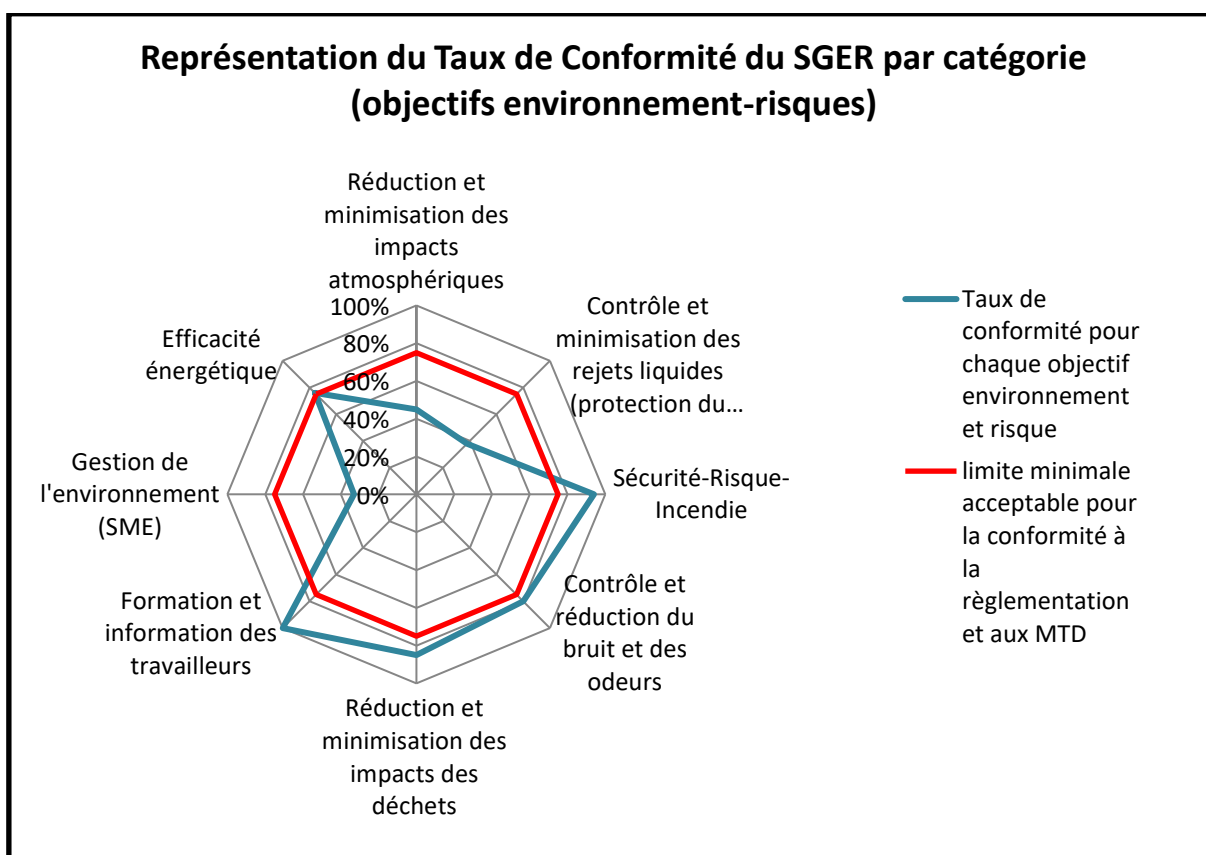


Figure IV.9. Représentation du taux de conformité du SGER par catégorie pour la centrale de Ain Djasser

➤ **Interprétation**

En observant le tableau IV.11 et la figure IV.9 nous pouvons émettre les remarques suivantes :

- ✚ Une interprétation initiale est que la performance de la centrale est moyennement acceptable.

- ✚ Les taux de conformité du SGER par catégorie tournent autour de la limite minimale acceptable (il y a 4 valeurs supérieures et 4 inférieures à la limite)
- ✚ La centrale a une performance excellente en matière de sécurité avec un taux de conformité de 94%. Ainsi, pour les catégories « Réduction et Minimisation des impacts des déchets » avec un taux de 85%.
- ✚ Pour la catégorie « Formation et Information des travailleurs » le Taux de Conformité est égal à 100%. Cela se traduit par le fait que l'entreprise organise des formations périodiques pour les travailleurs de tous les services ainsi que pour les travailleurs nouvellement recrutés. La fréquence et la qualité de ces formations sont conformes à la réglementation.

d. Taux de Conformité Global de la centrale

Le taux de conformité global TCG de l'équation (IV.2) de la centrale est comme suit :

$$\text{TCG} = 67\%$$

(IV.4)

➤ *Interprétation*

La valeur du taux de conformité globale de la centrale de Ain Djasser est inférieure à la limite minimale (75%) pour une performance satisfaisante mais elle reste acceptable car elle se situe entre 60% et 75%.

Cela se traduit par le fait qu'il y a beaucoup de mesures ou de MTD qui sont utilisées dans cette centrale conventionnelle. Cependant, On trouve un nombre important de mesures qui sont totalement absentes dans le système de gestion ce qui a diminué le taux de conformité.

IV.4. Comparaison des résultats de l'évaluation des performances des deux centrales

Il est très clair que les deux centrales possèdent le même taux de conformité (67%), comme la partie évaluée pour la centrale de Hassi R'mel est la partie cycle combiné sans la prise en compte de la partie énergie renouvelable (solaire).

La différence apparaît dans le fait qu'un taux de conformité de 67% avec des taux bas pour les classes de maîtrise E (maîtrise très insuffisante) et F (aucune maîtrise) (0 et 4%) ainsi que l'utilisation d'une source d'énergie renouvelable rend la performance globale de la centrale de Hassi R'mel acceptable.

Cependant, pour la centrale de Ain Djasser, ce même taux avec un taux de 14.28% de mesures qui appartiennent à la classe F, peut être traduit par une performance moyennement acceptable.

IV.5. Recommandations

Il y a un manque dans le système de gestion de l'environnement et des risques pour la centrale de Ain Djasser pour cela nous recommandons :

- La prise en compte dans le SGER de la catégorie « minimisation des impacts atmosphériques » par le renforcement des contrôles périodiques et la mise à jours des rapports concernant les émissions atmosphériques et l'adoption de nouveaux moyens pour lutter contre ces impacts.
- La prise en compte dans le SGER de la catégorie « contrôle et minimisation de rejets liquides » par bonne gestion des eaux usées et huileuses issues du procédé de la centrale.
- Les lacunes doivent être étudiées et comblées pour diminuer au maximum le pourcentage des mesures de la classe F.

IV.6. Conclusion

L'étude des deux centrales comme échantillon nous a permis d'avoir une idée claire sur le secteur de production d'électricité en Algérie

Les résultats obtenus nous mènent à déduire que la majorité des centrales électriques en Algérie ont la même performance technique et environnementale.

Les systèmes de gestion de l'environnement et des risques pour ces centrales doivent être révisés et les lacunes doivent être rattrapées surtout pour la réduction des rejets atmosphériques et la protection des sols et sous-sols.

Le taux de conformité à la réglementation pour la gestion des déchets dangereux, dans ce secteur, est faible.

Nous pouvons aussi déduire, à la lumière des résultats trouvés, que l'introduction des énergies renouvelables dans ce secteur (cas de la centrale hybride de Hassi R'mel) joue un rôle très important dans l'augmentation de l'efficacité énergétique et environnementale et permet de produire de l'électricité propre.

CHAPITRE V

CONCEPTION ET APPLICATION D'UNE METHODE POUR LA DEFINITION DES MTD DANS LE SECTEUR DE PRODUCTION D'ELECTRICITE PAR ENERGIE SOLAIRE

Hypothèse à vérifier

L'utilisation de méthodes adaptées au contexte industriel et énergétique algérien sera très efficace en matière d'évaluation des performances des centrales algériennes

V.1. Introduction

Dans notre étude, nous avons étudié la possibilité du transfert de l'approche intégrée IPPC et analyser la mise en œuvre des MTD en Algérie et nous avons démontré que l'Algérie possède une bonne base juridique pour le transfert d'une telle approche. Les questions que nous devons poser maintenant sont: comment pourrions-nous réussir ce transfert?, comment peut-on qualifier une technique de MTD? Et quels sont les outils à utiliser?

Dans le cadre de cette thèse, nous partons de l'insuffisance de l'utilisation d'une source d'énergie renouvelable, comme solution aux problèmes environnementaux sans avoir des effets sur le plan économique et la nécessité d'adopter, en plus de ces énergies propres, de nouvelles techniques propres d'où les meilleures techniques disponibles (MTD).

De ce fait, notre ambition est d'obtenir un niveau élevé de protection de l'environnement dans tous les secteurs industriels en général et dans le secteur de production d'électricité en particulier par l'utilisation de la combinaison ER-MTD.

Dans un autre côté, pour faciliter l'utilisation de ces MTD, beaucoup de pays comme les pays de l'UE ainsi que la Tunisie, le Maroc et l'Egypte ont fait toutes les études nécessaires utilisant différentes méthodes (Daddi et al., 2013) pour la mise en œuvre de ces techniques et ont répertorié ces dernières dans des documents de références dits BREF (Best available techniques REFerence) pour soutenir les industriels dans leur recours aux MTD et faciliter l'évaluation des performances de ces activités par les autorités compétentes.

Comme les MTD ne sont pas encore utilisées en Algérie, notre étude consistera à étudier leur mise en œuvre dans notre pays. Nous allons, dans le cadre des travaux menés dans ce chapitre, proposer une méthode pour la définition des MTD et l'appliquer au secteur de production d'électricité par systèmes hybrides solaire-gaz pour extraire les MTD de ce secteur et les répertorier dans un document de référence qui va servir comme référence pour les futurs projets hybrides dans notre pays.

La performance de la centrale hybride de Hassi R'mel sera prise comme étude de cas comme c'est la première et l'unique centrale de ce genre en Algérie.

Le but étant d'encourager les autorités à multiplier ce genre de centrales du fait de leur efficacité sur tous les plans (économique, technique et environnemental) qui a été déjà étudiée ainsi que leur maturité.

V.2. Conception d'une méthode pour la sélection des MTD dans les centrales électriques solaire-gaz qui s'adapte au contexte Algérien

V.2.1. Principe de la méthode

Pour donner une valeur à notre méthodologie, l'évaluation des techniques et technologies utilisées sera basée sur les 12 critères pour la détermination des MTD, énumérés dans l'annexe III de la directive européenne IED relative aux émissions industrielles (UE n° 2010/75) (CE,

2010) qui remplace la directive CE n° 2008/01 (**CE, 2008**) qui, à son tour, abroge la directive n°96/61 dite « IPPC » (**CE, 1996**).

L'annexe III de la directive IED (**CE, 2010**) énumère les critères pour la détermination des MTD, à savoir :

- Utilisation de techniques produisant peu de déchets.
- Utilisation de substances moins dangereuses.
- Développement des techniques de récupération et de recyclage des substances émises et utilisées dans le procédé et des déchets, le cas échéant.
- Procédés, équipements ou modes d'exploitation comparables qui ont été expérimentés avec succès à une échelle industrielle.
- Progrès techniques et évolution des connaissances scientifiques.
- Nature, effets et volume des émissions concernées.
- Dates de mise en service des installations nouvelles ou existantes.
- Durée nécessaire à la mise en place d'une meilleure technique disponible.
- Consommation et nature des matières premières (y compris l'eau) utilisées dans le procédé et l'efficacité énergétique.
- Nécessité de prévenir ou de réduire à un minimum l'impact global des émissions et des risques sur l'environnement.
- Nécessité de prévenir les accidents et d'en réduire les conséquences sur l'environnement.
- Informations publiées par des organisations internationales.

V.2.2. Etapes de la méthode

La méthode que nous proposons comporte cinq étapes pour la définition des MTD et l'élaboration des documents de références. Dans ce qui suit, une description de chaque étape en détail.

La sixième étape de la méthode concerne l'évaluation des performances techniques et environnementales des centrales électriques au sens des MTD.

La figure V.1 résume les étapes de la méthode proposée ainsi que les outils utilisés.

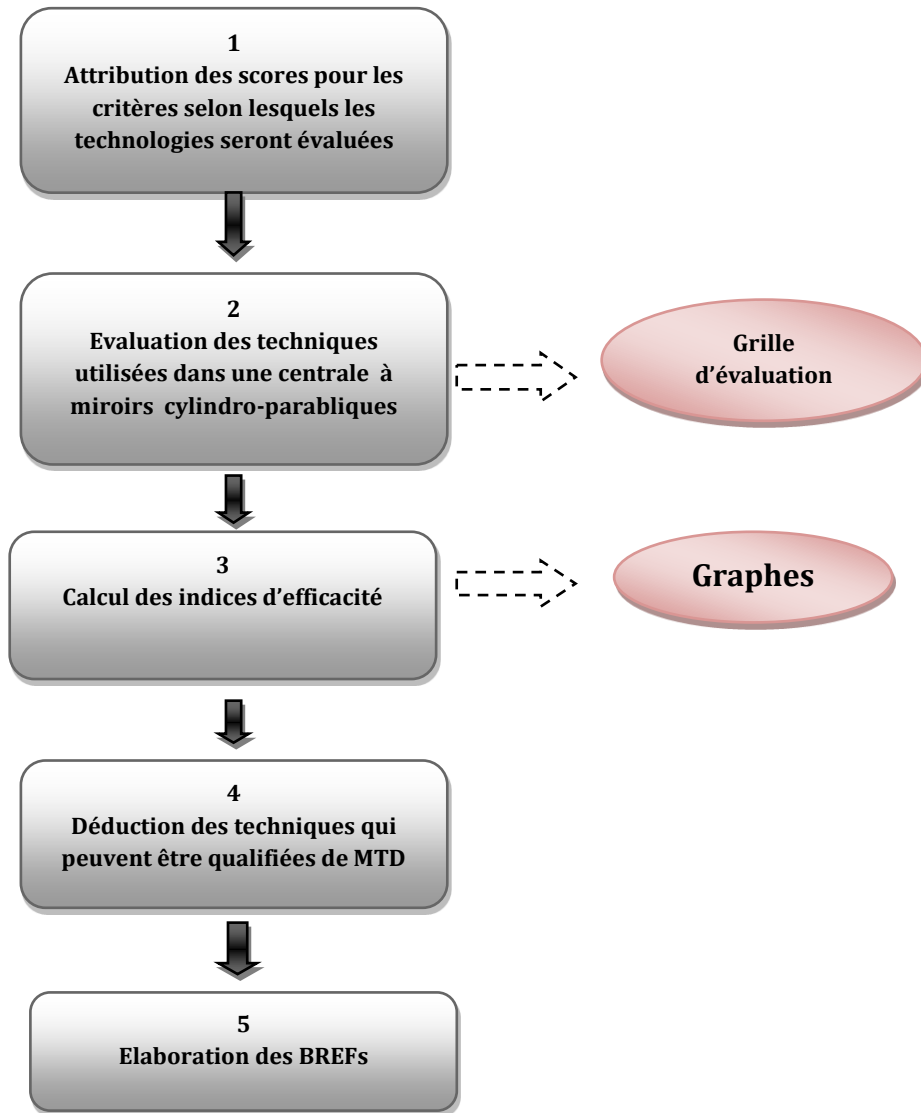


Figure V.1. Etapes de la méthode proposée

V.2.2.1. Attribution des scores pour les critères selon lesquels les technologies seront évaluées

Dans cette première étape, nous allons attribuer des scores pour les critères selon lesquels les techniques seront évaluées comme le montre le tableau ci-dessous :

Tableau V.1. Scores attribués aux critères d'évaluation

Critères	Score		
	1	2	3
C1 : Quantité et/ou nature des déchets générée	Grande quantité ou déchets spéciaux et dangereux	Quantité moyenne ou déchets peu dangereux	Quantité négligeable et déchets non dangereux
C2 : Substances dangereuses	Substances dangereuses	Moyennement dangereuses	Faibles substances
C3 : Techniques de récupération et de recyclage des substances émises	Absence de techniques de récupération et de recyclage	Insuffisance des techniques de récupération utilisées	Présence de techniques de récupération et/ou de recyclage
C4 : Procédés, équipements ou modes d'exploitation expérimentés avec succès à une échelle industrielle.	Procédés non expérimentés	Pas encore (en cours)	Procédés expérimentés avec succès
C5 : Progrès techniques et évolution des connaissances scientifiques (technique pouvant être qualifiée d'innovante)	Technique non innovante	Techniques peu innovante	Technique pouvant être qualifiée d'innovante
C6 : Nature, effets et volume des émissions	Emissions importantes et / ou dangereuses	Emissions moyennement dangereuses et/ou d'importance moyenne	Emissions négligeables et /ou non dangereuses
C7 : Résistance et / ou durée de vie	Mauvaise résistance-courte durée de vie	Résistance moyenne-durée moyenne	Bonne résistance-Longue durée
C8 : Coût nécessaire pour la mise en place de la technique	Coût élevé	Coût Moyen	Coût abordable
C9 : Consommation des matières premières et efficacité énergétique	Efficacité insuffisante	EE moyenne	Bonne EE
C10 : Impact globale sur l'environnement	Important	Moyen	Faible
C11 : Accidentologie et risques liés à la technologie	Risques importants	Risques sans gravité	Faibles risques
C12 : Respect de la réglementation	Non conforme	Partiellement	Conforme

V.2.2.2. Evaluation des techniques utilisées dans une centrale à miroirs cylindro-paraboliques

La deuxième étape consiste à évaluer les techniques utilisées dans la partie solaire (champ solaire à miroirs cylindro-paraboliques avec toutes ses annexes).

Nous allons effectuer une évaluation générale des techniques utilisées dans une centrale solaire avec miroirs cylindro-paraboliques : les absorbeurs - les réflecteurs - les systèmes de concentrations - les fluides caloporteurs - les systèmes de stockage thermique.

Les résultats seront résumés dans une grille comme le montre le modèle suivant (exemple des différents fluides caloporteurs qui peuvent être utilisés):

Tableau V.2. Exemple de la grille d'évaluation des techniques utilisées.

Techniques	Critères												Score	Justification
	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8	C9	C10	C11	C12		
	Fluide caloporteur													
Sels fondus	2	1	3	2	2	1	2	2	1	1	2	1	20	
Eau														
Air														
Huiles synthétique														
Réflecteurs														
Cylindro - paraboliques														
Paraboliques														

V.2.2.3. Calcul des indices d'efficacité

- Après avoir calculé le score pour chaque technique, nous allons calculer un indice d'efficacité.

Le meilleur score pouvant être attribué à une technique est égal à 36.

L'indice ou indicateur d'efficacité sera calculé selon la formule suivante :

$$IE = \text{score de la technique} / \text{meilleur score.} \tag{V.1}$$

- Après avoir calculé les indices d'efficacité, des graphes seront réalisés avec leurs interprétations.

V.2.2.4. Déduction des techniques qui peuvent être qualifiées de MTD

Les résultats de la 2^{ème} étape nous aideront à déduire les techniques qui peuvent être qualifiée de MTD concernant les centrales solaires de production d'électricité.

V.2.2.5. Élaboration des BREFs

Elaboration d'un document de référence « BREF » pour les installations de production d'électricité à base d'énergie solaire.

Nous allons prendre un modèle d'un BREF élaboré par l'union européenne (BREF Grandes Installations de Combustion) (CE, 2017).

Les BREFs contiennent, pour un secteur donné :

- Un état des lieux technico-économique du secteur.
- Un inventaire des techniques mises en œuvre dans le secteur lors de la rédaction du BREF.
- Un inventaire des consommations et émissions associées.
- Une présentation des techniques candidates aux MTD.
- Un choix de celles retenues comme MTD, qui doit comprendre : les MTD et leur description, les informations nécessaires pour évaluer leur applicabilité, les niveaux d'émission associés aux MTD (appelés NEAMTD ou BATAEL) les mesures de surveillance associées, les niveaux de consommation associés et, s'il y a lieu, les mesures pertinentes de remise en état du site.
- Une présentation des techniques émergentes.

V.2.2.6 Evaluation des performances des centrales électriques au sens des MTD

Cette étape, nous permet d'évaluer la performance des centrales électriques à base d'énergie solaire, en utilisant la méthodologie proposée.

Après avoir calculé les indices des technologies utilisées dans la centrale SPPI, nous allons calculer un Indice d'Efficacité Totale « IET » et déduire le taux de conformité à notre BREF (énergie solaire) par la formule :

$$\mathbf{IET} = \frac{\Sigma \text{ des scores des technologies}}{\Sigma \text{ des meilleurs scores des technologies}} \quad (\text{V.2})$$

Ou bien :

$$\mathbf{IET} = \frac{\Sigma \text{ des indices des technologies}}{\text{Nombre totale des techniques}} \quad (\text{V.3})$$

Remarque : La méthode proposée peut être utilisée pour n'importe quelle centrale de production d'électricité à base de n'importe quel type d'énergie renouvelable.

V.3. Décomposition du champ solaire (miroirs cylindro-paraboliques)

Le champ solaire est basé sur la technologie de collecteurs solaires paraboliques de concentration de la radiation solaire et est composé de plusieurs boucles, chacune composée de 4 collecteurs, disposés en rangées parallèles

V.3.1. Capteurs solaires avec réflecteurs cylindriques

Le capteur cylindro-parabolique (CCP) est constitué d'un réflecteur, un miroir cylindro-parabolique avec suivi solaire qui reflète l'irradiation solaire directe en la concentrant sur un récepteur, un tube absorbant linéaire situé dans le foyer de la parabole.

A cause de la forme parabolique du récepteur, la concentration dans le foyer pour le capteur utilisé est de 30 à 100 fois l'intensité normale. L'irradiation solaire concentrée produit le réchauffement du fluide qui circule à l'intérieur du tube récepteur. De cette manière, l'irradiation solaire directe se transforme en énergie thermique sous forme de chaleur sensible du fluide qui circule dans le récepteur.

L'îlot solaire est divisé en deux parties principales comme illustré sur la Figure V.2.

Dans chaque partie, la configuration choisie est celle d'une alimentation centrale qui permet d'équilibrer les chutes de pression et d'obtenir le même débit du fluide dans chaque file.

De plus, cela réduit la longueur des canalisations et facilite les tâches de maintenance de l'îlot solaire (nettoyage, réparation, etc.), puisque toutes les files sont accessibles en véhicule, sans avoir besoin de n'enterrer aucune canalisation.

Le tube en verre subira un traitement antireflet en surface, pour augmenter sa transmissibilité et le rendement optique du capteur.

V.3.2. Le fluide caloporteur

Quant à l'huile qui doit être utilisée comme fluide de transfert de chaleur sur l'îlot solaire, il est nécessaire qu'elle respecte deux conditions requises :

- qu'elle puisse travailler à des températures proches des 400°C à la sortie du l'îlot solaire.
- qu'elle possède une bonne stabilité thermique et qu'elle soit d'un coût abordable.

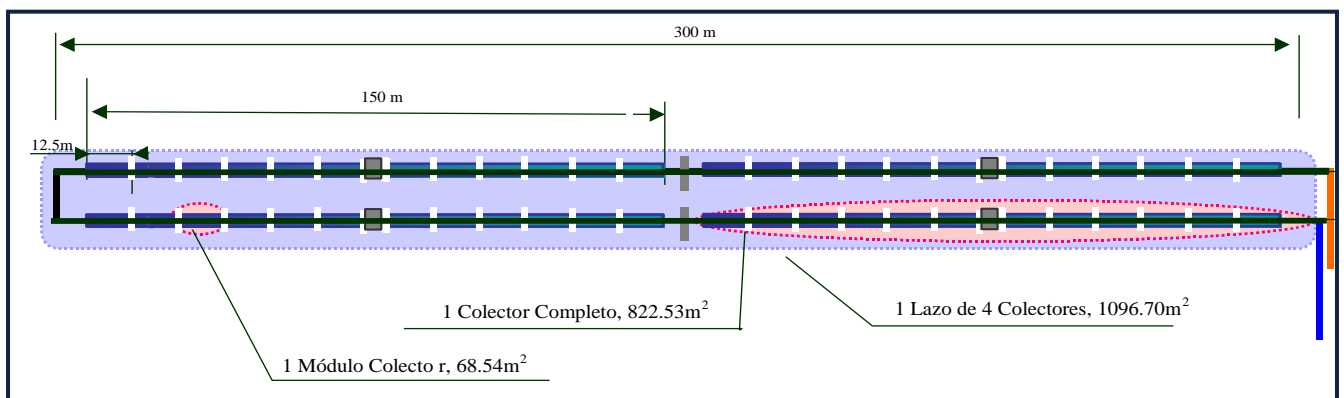


Figure V.2. Schéma d'une boucle complète (SPPI, 2014)

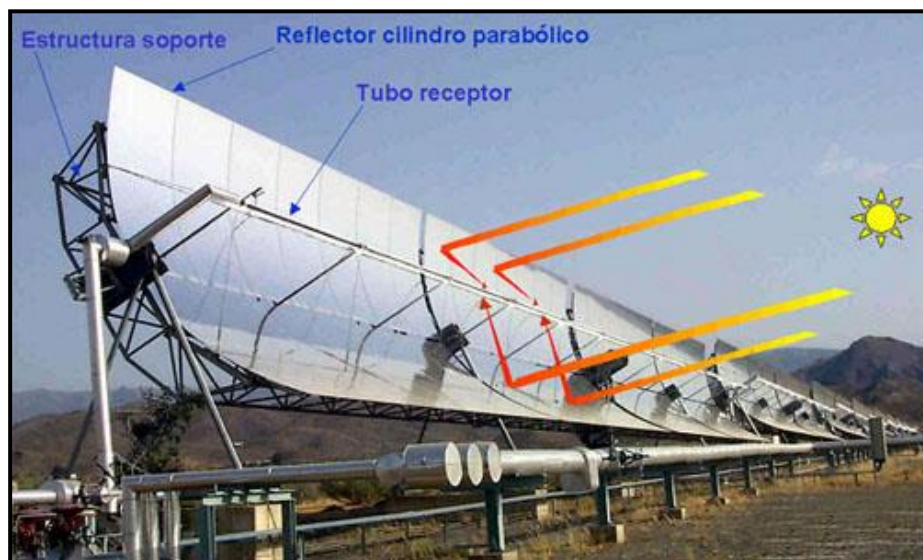


Figure V.3. Schéma de principe de fonctionnement des miroirs cylindro-paraboliques (SPPI, 2014)

Donc, nous allons décomposer notre évaluation du champ solaire en:

- absorbeurs solaires
- réflecteurs
- fluide caloporteur
- En plus du système de stockage thermique que nous avons ajouté vu son importance dans l'amélioration de la performance des systèmes hybrides solaire-gaz objet de notre étude.

Le stockage thermique présente de multiples intérêts :

- il permet d'atténuer la variation de la ressource solaire et de garantir la capacité électrique installée.
- il sert aussi à déplacer, concentrer ou étaler la production électrique solaire dans le temps.
- il peut être complété par une hybridation fossile en hiver, lorsque l'ensoleillement est plus irrégulier.

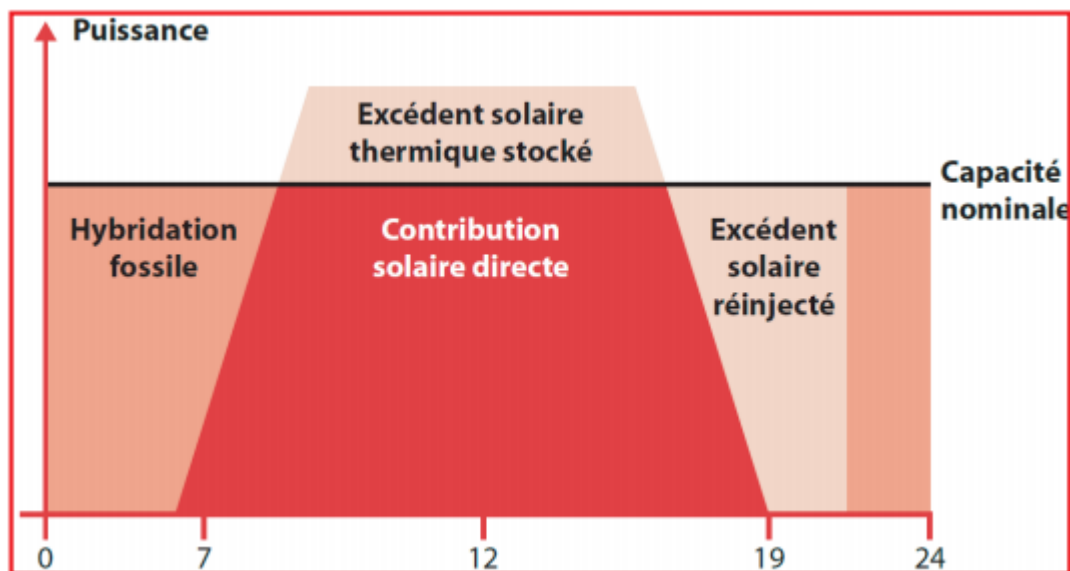


Figure V.4. Combinaison du stockage et de l'hybridation dans une centrale thermodynamique (Takilalte, 2014)

Si la limitation due au stockage est importante pour des énergies comme l'énergie éolienne ou photovoltaïque, elle l'est moins pour la concentration solaire, qui utilise généralement des systèmes de stockage de la chaleur ou qui peut être hybridée avec d'autres sources énergétiques (gaz naturel, biomasse, etc.). En effet, les technologies CSP sont actuellement celles qui présentent le plus de possibilités pour une exploitation commerciale.

V.4. Calcul des Indices d'efficacité IE des différentes technologies pour chaque partie du champ cylindroparabolique

Dans cette partie du travail, nous allons appliquer la méthode proposée dans la section précédente sur les centrales électriques solaires. Notre but est la collecte de toutes les techniques utilisées dans de telles centrales afin d'en extraire les meilleures pour optimiser les performances techniques et environnementales des champs solaires pour la production d'électricité.

Les scores attribués à chaque technique est le résultat d'une revue exhaustive et récente de la littérature ainsi qu'au jugement d'experts.

V.4.1. Les absorbeurs

Beaucoup d'études ont été menées afin d'optimiser la performance des absorbeurs solaires. Après une longue revue de la littérature concernant les techniques des absorbeurs ((Andermannceramics, 2016; Ashby & Jones, 2020; Hild, 1992; Marin & Luz, 2011; Behar et al., 2013 ; Société Ceram Décor – Batna, 2020; Kumar & Shukla, 2019; Bellos & Tzivanidis, 2019; Commission Européenne "CE", 2007; Gremion, 2015) et à l'aide de jugement d'experts, nous avons pu sélectionner les meilleurs types et évaluer leur performance par le calcul des scores d'efficacité de ces techniques selon les 12 critères du tableau V.1. Les résultats sont présentés dans le tableau suivant.

Tableau V.3. Scores attribués aux techniques d'absorbeurs solaires

Absorbeurs													
	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8	C9	C10	C11	C12	Score
Matériaux métalliques, alliage et dérivés :													
Aciers inoxydables	2	3	3	3	2	3	3	3	3	2	2	3	32
Superalliage (Nickel, fer, cobalt)	2	3	2	3	2	3	3	2	3	2	3	3	31
Inconel	2	3	2	3	3	3	2	2	2	2	3	3	30
Matériaux céramiques													
Alumine (Al ₂ O ₃)	2	2	2	2	3	2	2	2	2	3	2	3	27
Carbure de silicium (SiC)	2	3	2	2	3	3	1	1	3	2	3	3	28

➤ **Calcul des indices**

Selon la formule :

$$IE = \frac{\text{Score de la technique}}{\text{Meilleur score}} \tag{V.4}$$

➤ **Résultats des calculs**

Rappelons que le meilleur indice qui peut être attribué à une technique est égal à 36.

Tableau V.4. Résultats du calcul des IE

Type d'absorbeur	Score	IE
Aciers inoxydables	32	0.88
superalliages	31	0.86
inconel	30	0.83
alumine	27	0.75
SiC	28	0.77

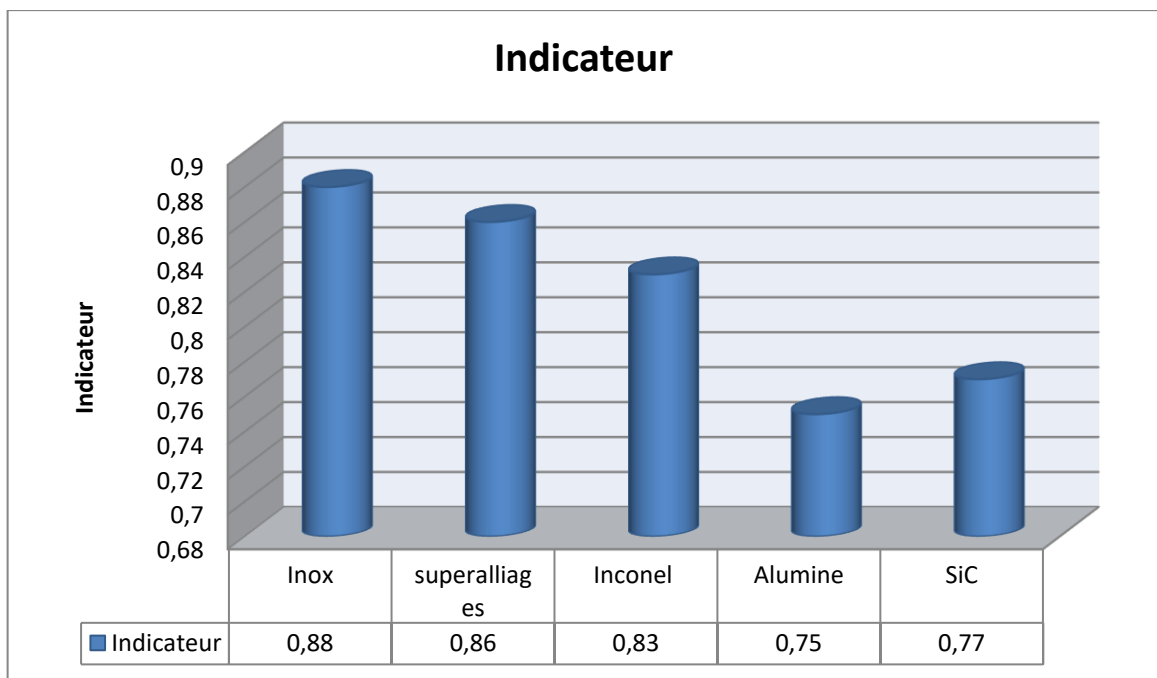


Figure V.5. Indices d'efficacité pour les techniques des absorbeurs solaires

➤ **Interprétations**

En observant les résultats obtenus ainsi que le graphe de la figure ci-dessus, on peut déduire les points suivants :

- Les matériaux métalliques et alliage (Inox, superalliage et inconel) possèdent des indices plus élevés que ceux des matériaux céramiques.

- Le meilleur indice trouvé est 0.88 et est attribué à l'inox.
- En troisième position vient l'inconel avec un indice de 0.83.
- Les matériaux céramiques (alumine et SiC) viennent en quatrième et cinquième position avec des indices de 0.75 et 0.77 respectivement.

V.4.2. Les réflecteurs

Pour évaluer les différentes technologies des réflecteurs solaires (miroirs cylindro-paraboliques), on utilise la même procédure d'évaluation utilisée pour les absorbeurs.

Les scores résumés dans le tableau V.5 sont les résultats d'une revue exhaustive et récente de littérature (Bellos & Tzivanidis, 2019; Wette et al., 2016 ; Fernández-García et al., 2015 ; Sutter et al., 2012 ; Kenedy & Terwilliger, 2005 ; García-Segura et al., 2018 ; GAMA et al., 2006 ; Quoilin, 2007 ; Jamali, 2019 ; Gama et al., 2008), ainsi qu'aux jugements d'experts.

Tableau V.5. Scores attribués aux technologies des miroirs cylindro-paraboliques.

Réflecteurs													
	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8	C9	C10	C11	C12	Score
Substrats en verre													
Miroir argenté	2	3	3	3	2	3	1	1	3	2	3	3	29
Miroir en aluminium	2	3	3	3	2	3	2	3	3	2	3	3	33
Substrats d'autres matériaux													
Inox	3	2	3	3	2	3	3	2	2	3	3	3	32
Aluminium	3	2	3	2	1	3	2	3	3	2	2	3	29
Polymères													
	3	3	3	1	3	1	1	2	2	2	1	3	25

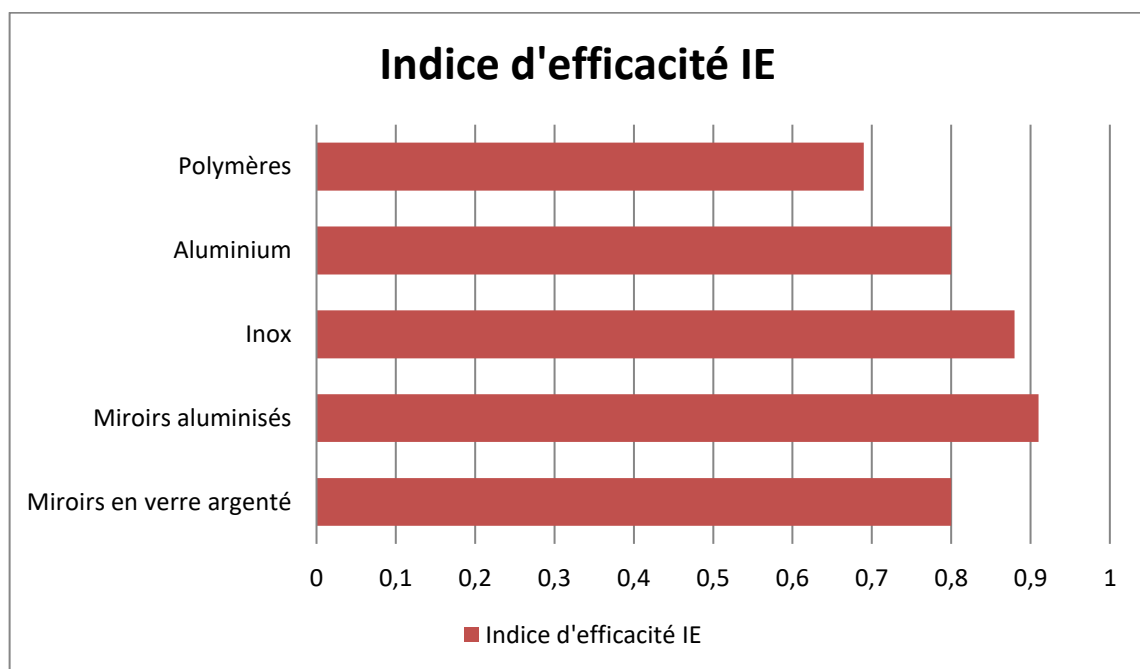
Selon la même formule on calcul les Indices d'Efficacité des différentes technologies de réflecteurs cylindro-paraboliques.

➤ Résultats

Dans ce qui suit les résultats du calcul des IE des différents types de réflecteurs

Tableau V.6. Résultats du calcul des IE pour les réflecteurs cylindro-paraboliques

Type de Réflecteur	Score	IE
Substrats en verre		
Miroirs argentés	29	0.80
Miroirs en aluminium	33	0.91
Substrats d'autres matériaux		
Inox	32	0.88
Aluminium	29	0.80
Polymères	25	0.69

**Figure V.6.** Indices d'Efficacité pour les techniques des réflecteurs solaires

➤ **Interprétation**

Le graphe obtenu nous montre que les miroirs en aluminium présentent le type de réflecteurs présentant plus d'avantages avec un indice de 0.91, suivi de l'inox avec un indice de 0.88. L'aluminium et les miroirs argentés viennent en troisième position. Les polymères en dernière position avec un indice de 0.69.

V.4.3. Fluide caloporteur (Heat Transfer Fluid)

Pour les fluides caloporteurs, nous avons choisi les types les plus utilisés dans les centrales électriques, ensuite nous avons calculé les scores et les indices d'efficacité « IE » pour chacun selon les 12 critères énumérés précédemment afin d'extraire le type qui pourrait être utilisé comme MTD.

Le tableau V.7 récapitule les scores attribués aux différents types des fluides caloporteur en se basant sur une revue de littérature exhaustive et récente (Bellos & Tzivanidis, 2019; Gremion, 2015; Abboud & Mohammed, 2019; Toppin-Hector & Singh, 2016; Mounica et al., 2019; Lourdes et al., 2017; Vongsetskul et al., 2017; Kurşun, 2019 ; Gaffet, 2006 ; Sandhou et al., 2018 ; Srivastva et al., 2017 ; Fei & Zhang, 2018; KHAN et al., 2020; Eastman , s.d ; Llamas et al., 2017) .

Tableau V.7. Scores attribués aux HTF

	HTF												Score
	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8	C9	C10	C11	C12	
Ethynylglycol	1	1	1	2	1	2	2	3	2	1	1	3	20
Eau	3	3	3	2	1	3	2	3	2	3	3	3	31
Therminol-55	1	3	1	3	2	1	3	2	3	1	2	3	25
Therminol 66	1	3	1	3	3	1	3	3	3	1	2	3	27
Therminol 62	1	3	1	3	3	1	3	2	3	1	2	3	26
Therminol vp-1	1	3	1	3	2	1	3	3	3	1	2	3	26
Syltherm-800	2	1(OSHA hazard communication standard)	2	3	3	2	3	3	3	2	2	3	29
Dowtherm A	1	1	3	3	1	3	3	2	3	1	2	3	26
Nanofluides	1	2	2	2	3	3	2	1	3	1	2	3	25
Sels fondus	1	1	1	2	2	1	2	2	2	1	2	3	20

Le tableau V.8 présente les Indices d'efficacité des différents types de fluides caloporteurs.

Tableau V.8. Indices d'efficacité IE pour les HTF

Type de HTF	Score	IE
Ethynyl glycol	20	0.55
Eau	31	0.86
Therminol 55	25	0.69
Therminol 66	27	0.75
Therminol 62	26	0.72
Therminol VP-1	26	0.72
Syltherm 800	29	0.80
Dowtherm	26	0.72
Nanofluides	25	0.69
Sels fondus	20	0.55

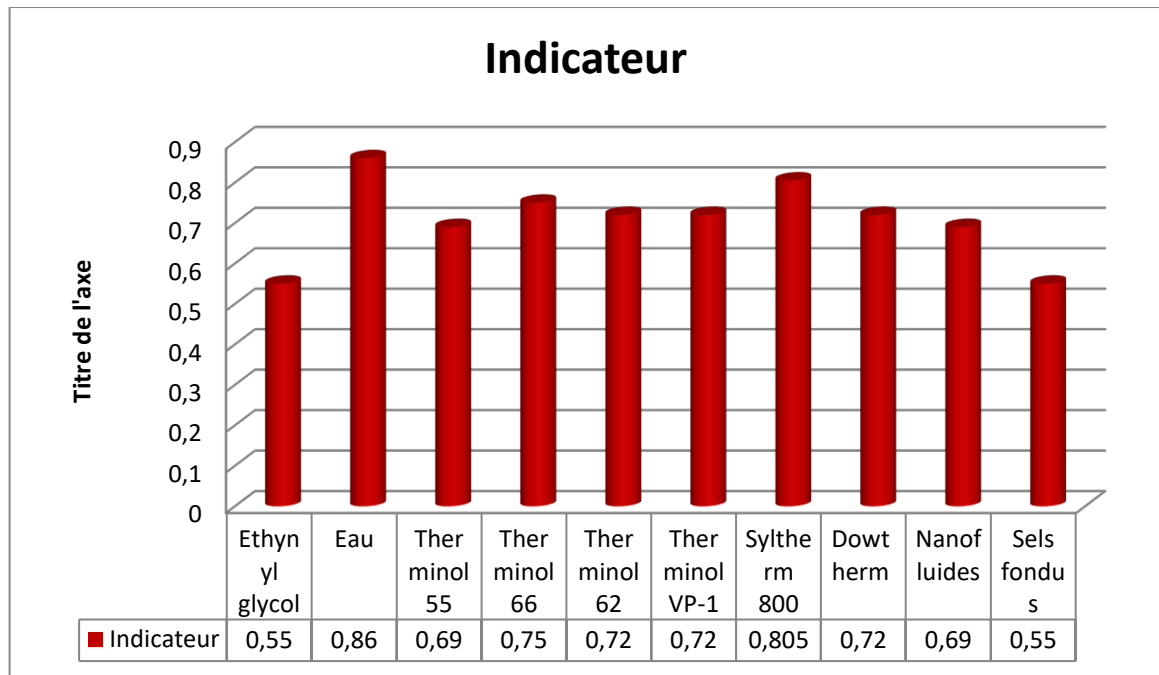


Figure V.7. Indices d'efficacité des HTF

➤ **Interprétation**

- On peut remarquer que le meilleur indice est celui de l'eau (0.86).
- En deuxième position le Syltherm 800 avec un indice de 0.805.
- Ensuite le Therminol66 (0.75) et Therminol VP-1 (0.72).
- En dernière position les sels fondus et l'ethynylglycol.

V.4.4. Systèmes de stockage

Le système de stockage dans une centrale solaire permet d'allonger la durée de production d'électricité, et donc de diminuer le coût de l'énergie produite (Kenda et al., 2018)

Les avantages d'un couplage entre stockage thermique et solaire thermodynamique sont divers. Un stockage thermique améliore l'efficacité de conversion solaire/électrique (Kuravi et al., 2013 ; Birnbaum et al, 2010 ; Pintaldi et al., 2015). Il améliore aussi le mix énergétique, par exemple en décalant la production au moment le plus approprié (Rovira et al., 2011 ; Gil et al., 2010).

Sans stockage, la fraction solaire est très faible (13 à 56%) (Kenda et al., 2018).

Le tableau V.9 résume les scores attribués aux différentes technologies des systèmes de stockage thermique (Kenda et al., 2018 ; Gil et al., 2010 ; Dow Chemical Company, 2019 ;

Py et al., 2017 ; Owen & Azharul, 2016; Flamant, 2012; Roget, 2015 ; Leo et al., 2015) et le tableau V.10 donne les résultats trouvés pour leurs indices d'efficacité.

Tableau V.9. Scores attribués aux systèmes de stockage

Systèmes de stockage													
	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8	C9	C10	C11	C12	Score
Matériaux liquides													
Huile minérale	1	1	1	1	1	1	1	1	3	1	1	3	16
Dowtherm A	1	1	3	3	1	3	3	2	3	1	2	3	26
Huile de silicone	1	1	1	3	3	1	1	1	3	1	1	3	20
Huiles synthétique	1	1	2	2	1	1	2	1	3	1	1	3	19
Sels de nitrates	1	1	1	3	2	1	2	2	2	1	2	3	21
Sodium liquide	1	1	1	2	2	1	2	2	2	1	2	3	20
Sels de nitrites	1	1	1	2	2	1	2	2	2	1	2	3	20
Sels de carbonates	1	1	1	2	2	1	2	1	2	1	2	3	19
Sels de lithium liquide	1	1	1	2	2	1	2	1	2	1	2	3	19
Matériaux solides													
Roches	1	1	2	2	2	3	2	3	2	2	3	3	26
Fonte	2	3	3	1	1	3	1	2	2	2	3	3	26
Béton armé	3	3	2	1	1	2	2	3	2	2	2	3	26
NaCl (solide)	3	3	3	2	2	3	2	3	2	3	3	3	32
Acier moulé	1	2	2	1	2	2	3	1	2	2	2	3	23
Briques réfractaires	2	2	2	2	3	2	2	3	3	2	2	3	28

Tableau V.10. IE des matériaux utilisés pour les systèmes de stockage thermique

Type de matériaux	Score	Indice
Matériaux liquides		
Huile minérale	16	0.44
Dowtherm A	26	0.72
Huile de silicone	20	0.55
Huiles synthétique	19	0.52
Sels de nitrates	21	0.58
Sodium liquide	20	0.55
Sels de nitrites	20	0.55
Sels de carbonates	19	0.53
Sels de lithium liquide	19	0.53

Matériaux solides		
Roches	26	0.72
Fonte	26	0.72
Béton armé	26	0.72
NaCl (solide)	32	0.89
Acier moulé	23	0.64
Briques réfractaires	28	0.78

La figure suivante schématise les résultats des indices d'efficacité des systèmes de stockage.

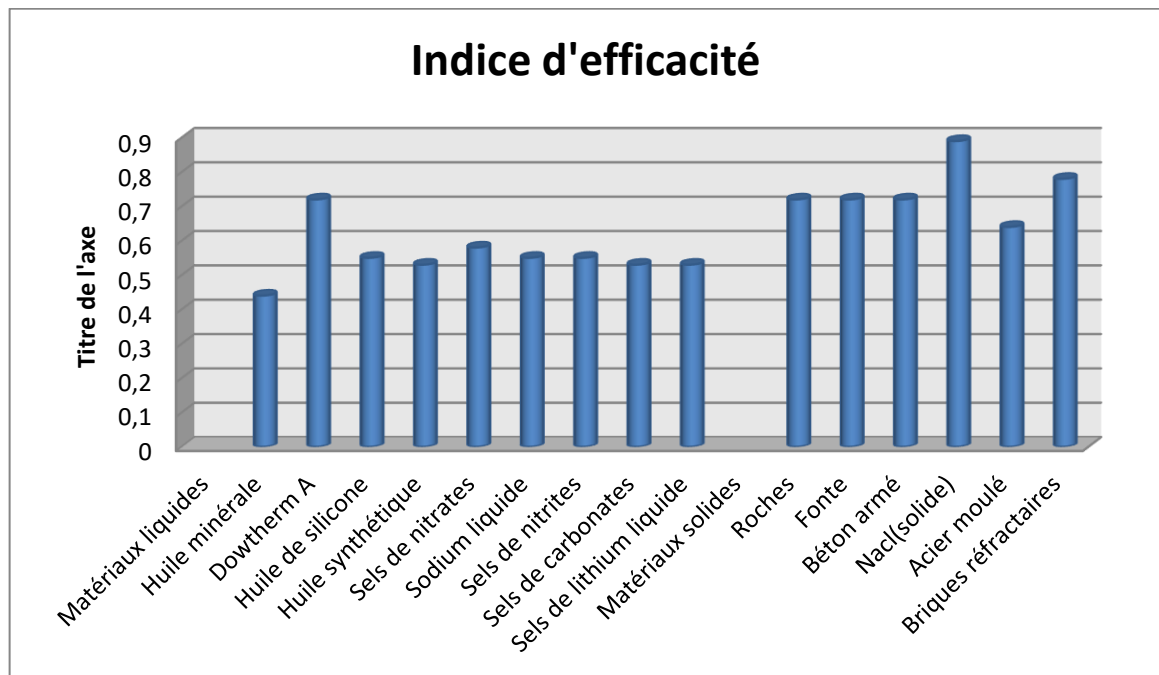


Figure V.8. Indices d'efficacité des systèmes de stockage.

➤ **Interprétation**

- Le meilleur indice (0.89) appartient à la famille des matériaux solides et est attribué au NaCl solide.
- Comme on peut l'observer, l'huile minérale ne présente pas le meilleur choix pour le stockage de l'énergie thermique avec un indice de 0.44.
- On peut aussi déduire que les matériaux solides possèdent des indices plus élevés que ceux des matériaux liquides malgré que ces derniers présentent les matériaux les plus utilisés dans les centrales solaires.

V.4.5. Grille récapitulative des résultats

Dans le tableau V.11 une récapitulation de tous les résultats obtenus selon la décomposition du champ solaire.

Tableau V.11. Grille récapitulative des résultats

Absorbeurs													
	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8	C9	C10	C11	C12	Score
Matériaux métalliques, alliage et dérivés :													
Aciers inoxydables	2	3	3	3	2	3	3	3	3	2	2	3	32
Superaliage (Nickel, fer, cobalt)	2	3	2	3	2	3	3	2	3	2	3	3	31
Inconel	2	3	2	3	3	3	2	2	2	2	3	3	30
Matériaux céramiques													
Alumine (Al ₂ O ₃)	2	2	2	2	3	2	2	2	2	3	2	3	27
Carbure de silicium (SiC)	2	3	2	2	3	3	1	1	3	2	3	3	28
Réflecteurs													
Substrats en verre													
Miroir argenté	2	3	3	3	2	3	1	1	3	2	3	3	29
Miroir en aluminium	2	3	3	3	2	3	2	3	3	2	3	3	33
Substrats d'autres matériaux													
Inox	3	2	3	3	2	3	3	2	2	3	3	3	32
Aluminium	3	2	3	2	1	3	2	3	3	2	2	3	29
polymères													
polymères	3	3	3	1	3	1	1	2	2	2	1	3	25
HTF													
Ethynylglycol	1	1	1	2	1	2	2	3	2	1	1	3	20
Eau	3	3	3	2	1	3	2	3	2	3	3	3	31
Therminol-55	1	3	1	3	2	1	3	2	3	1	2	3	25
Therminol 66	1	3	1	3	3	1	3	3	3	1	2	3	27
Therminol 62	1	3	1	3	3	1	3	2	3	1	2	3	26
Therminol vp-1	1	3	1	3	2	1	3	3	3	1	2	3	26
Syltherm-800	2	1(OSH A hazard communication standard)	2	3	3	2	3	3	3	2	2	3	29
Dowtherm A	1	1	3	3	1	3	3	2	3	1	2	3	26
Nanofluides	1	2	2	2	3	3	2	1	3	1	2	3	25

Sels fondus	1	1	1	2	2	1	2	2	2	1	2	3	20
Systèmes de stockage													
Matériaux liquides													
Huile minérale	1	1	1	1	1	1	1	1	3	1	1	3	16
Dowtherm A	1	1	3	3	1	3	3	2	3	1	2	3	26
Huile de silicone	1	1	1	3	3	1	1	1	3	1	1	3	20
Huiles synthétique	1	1	2	2	1	1	2	1	3	1	1	3	19
Sels de nitrates	1	1	1	3	2	1	2	2	2	1	2	3	21
Sodium liquide	1	1	1	2	2	1	2	2	2	1	2	3	20
Sels de nitrites	1	1	1	2	2	1	2	2	2	1	2	3	20
Sels de carbonates	1	1	1	2	2	1	2	1	2	1	2	3	19
Sels de lithium liquide	1	1	1	2	2	1	2	1	2	1	2	3	19
Matériaux solides													
Roches	1	1	2	2	2	3	2	3	2	2	3	3	26
Fonte	2	3	3	1	1	3	1	2	2	2	3	3	26
Béton armé	3	3	2	1	1	2	2	3	2	2	2	3	26
NaCl (solide)	3	3	3	2	2	3	2	3	2	3	3	3	32
Acier moulé	1	2	2	1	2	2	3	1	2	2	2	3	23
Briques réfractaires	2	2	2	2	3	2	2	3	3	2	2	3	28

V.5. Evaluation de la performance de la centrale de Hassi R'mel au sud algérien (partie solaire) par la méthode proposée

Les informations présentées dans cette partie sont obtenues à l'aide d'un questionnaire dédié à différents acteurs dans la centrale SPPI. Les réponses obtenues nous ont permis de déduire les différentes techniques utilisées dans le champ solaire de la centrale.

V.5.1. Calcul des indices d'efficacité

V.5.1.1. Absorbeurs

Les absorbeurs utilisés dans la centrale SPPI de Hassi R'mel sont des tubes cathodiques sous vide en inox en BOROSILICATE, le tube peut résister une température de 800 °C. Selon notre étude le score attribué à un absorbeur en inox est égal à 32.

Alors :

$$IE \ll \text{Inox} \gg = 32 / 36 = 0.69 \quad (V.5)$$

V.5.1.2. Réflecteurs

Sont des miroirs ultra réfléchissants qui atteint 99.99% de réflexion de rayonnement en Aluminium. (Substrat en verre).

Le score attribué aux miroirs en aluminium est égal à 33

Donc :

$$IE \ll \text{« Miroirs en Aluminium »} = 33/36 = 0.91 \tag{V.6}$$

V.5.1.3. Le fluide caloporteur « HTF »

Le type de fluide utilisé c'est le therminol 55. C'est un fluide qui se chauffe rapidement et se refroidie rapidement. Sa composition chimique est 37.5% d'oxyde de biphényle et de 26.5% de biphényle.

- sa stabilité dans l'eau est 25 mg/L.
- sa température de congélation est 12°C.
- sa température d'auto-allumage est 612°C.

Le therminol 55 a, selon notre étude, un score de 25.

$$IE \ll \text{« HTF »} = 25/36 = 0.69 \tag{V.7}$$

V.5.1.4. Système de stockage

La centrale ne possède aucun système de stockage d'énergie thermique.

La figure V.9 présente les différents indices d'efficacité des techniques de la centrale SPPI de Hassi R'mel par rapport au meilleur indice.

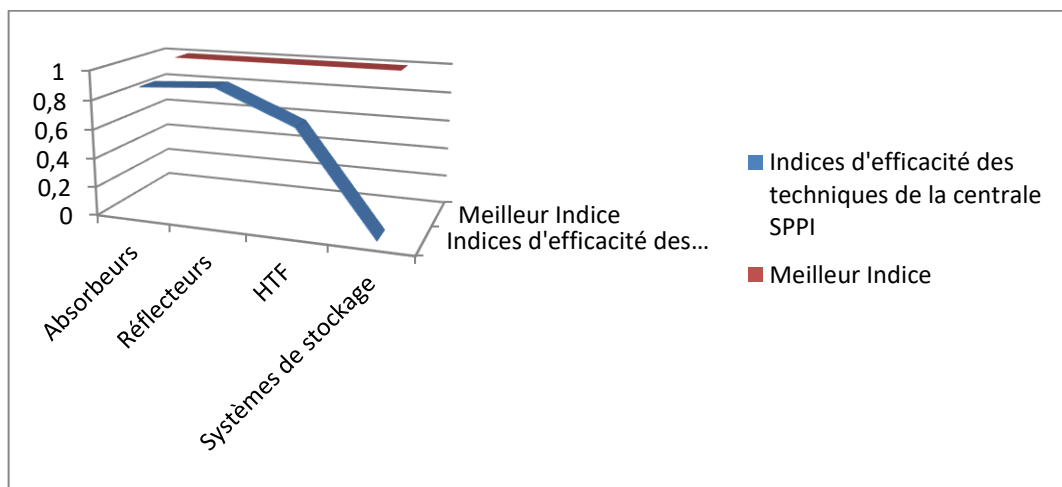


Figure V.9. Indices d'efficacité des technologies utilisées dans le champ solaire de la centrale SPPI

V.6. Evaluation de la performance globale de la centrale SPPI par la méthode proposée

Nous avons évalué la performance de la centrale SPPI de Hassi R'mel en prenant en considération uniquement la partie solaire (pour compléter notre étude précédente dans laquelle nous avons évalué la partie cycle combiné).

Pour ce faire, nous avons calculé un Indice d'Efficacité Total « IET » des techniques de cette centrale avec les MTD qu'on a pu trouver dans notre étude selon la formule suivante :

$$\mathbf{IET} = \frac{\sum \text{des indices des technologies}}{\text{Nombre totale des techniques}} \quad (\text{V.8})$$

$$\mathbf{IET} = \frac{0.69+0.88+0.91+0}{4} \quad (\text{V.9})$$

$$\mathbf{IET} = 0.62 \quad (\text{V.10})$$

Donc :

Le taux de conformité du champ solaire de la centrale de Hassi R'mel par rapport aux MTD définies dans la section précédente est :

$$\mathbf{TC} = 62\%$$

➤ *Interprétation*

La figure montre que pour les types d'absorbeurs et de réflecteurs utilisés dans la centrale de SPPI de Hassi R'mel sont les mêmes qualifiés de MTD précédemment.

Pour le HTF le therminol avec un indice de 0.69 présente une performance acceptable mais qui n'est pas considérée comme MTD.

On remarque aussi que malgré son importance évoquée tout au long de ce manuscrit, le système de stockage est totalement absent dans cette centrale.

Concernant la performance globale du champ solaire de la centrale, on peut déduire que le taux (0.62) reflète une performance moyenne affectée par l'absence de quelques MTD.

V.7. Discussion des résultats

Nous devons admettre que le choix des MTD peut être affecté par les spécificités de la région ou l'emplacement de la centrale (les conditions météorologiques, la taille et la capacité

de la centrale...). Pour cette raison, toutes ces spécificités doivent être évoquées dans le Document de référence BREF.

Concernant le type d'absorbeur qui présente plus d'avantages dans tous les domaines et qui peut être qualifié de MTD est l'acier inoxydable. Il présente la meilleure résistance et durée de vie par rapport aux autres matériaux ainsi une réduction des coûts de maintenance. Mais en plus d'un revêtement de peinture absorbante il peut être validé comme MTD.

Ce type d'absorbeur est le même que celui utilisé à la centrale SPPI de Hassi R'mel au sud Algérien.

Pour les réflecteurs, les miroirs en aluminium présentent beaucoup d'avantages tels que : leur coût, leur résistance à la rupture, leur flexibilité, leur poids léger, et la facilité de transport (**Fu et al., 2014**). Selon X.D Fu (**Fu et al., 2014**), il doit être considéré comme le nouveau matériau réfléchissant.

Cependant, un revêtement en argent sera nécessaire pour améliorer la résistance et éviter la corrosion.

Ces réflecteurs en aluminium avec un revêtement en argent ainsi qu'une plaque d'appui en verre pour améliorer la performance optique peuvent être validés comme MTD.

Concernant le fluide caloporteur on a trouvé que l'eau pourrait être qualifié de MTD mais comme ce genre de centrales est souvent construit dans les zones sahariennes où il y a une forte irradiation solaire, elle peut ne pas être disponible dans ce cas on suggère le syltherm 800.

Dans le cas de la centrale SPPI de Hassi R'mel ; on propose l'utilisation de l'eau comme HTF car cette dernière est disponible dans cette région (passage de la nappe albienne).

Les résultats du projet HYGATES présentés dans l'article de M. Puppe et al (**Puppe et al., 2015**) montrent que la configuration hybride solaire-turbine à gaz présente une Meilleure performance comparée à une configuration 100% solaire Ou cycle combiné seul (réduction du coût de l'électricité et la réduction du taux de CO₂ émis) par l'intégration du stockage thermique et la diminution de température d'opération de la turbine à gaz à 950°C.

Les mêmes résultats ont été trouvés dans l'étude de J. Leo (**Leo et al., 2015**) où elle a démontré que le couplage des trois sous systèmes (système cycle combiné gaz, système solaire

et système de stockage) présente une meilleure efficacité, réduction des coûts de production d'électricité, ainsi que la réduction de la consommation de combustible.

L'intégration d'un système de stockage de production permet d'augmenter la part du solaire dans la production, de réduire la consommation du combustible fossile (**Kenda et al., 2018**). Pour cette raison on considère l'intégration d'un système de stockage en elle-même une MTD.

Nous pouvons ainsi ajouter à ces résultats l'utilisation de la MTD (NaCl solide) trouvée lors de notre évaluation et valider le tout comme MTD pour les systèmes de stockage dans les centrales hybrides telles que celle de Hassi R'mel et qui figurent dans le programme Algérien des énergies renouvelables.

V.8. Conclusions et recommandations

L'hybridation entre un stockage thermique et un îlot solaire thermodynamique est répandue alors qu'elle ne l'est pas avec un cycle combiné (**Leo et al., 2015**).

Les résultats obtenus dans notre étude ainsi qu'une revue de la littérature sur les différents systèmes solaires de production d'électricité (**Puppe et al., 2015 ; Leo et al., 2015 ; Kenda et al., 2018**), nous ont permis de conclure que l'hybridation des systèmes solaires avec un cycle combiné ISCC (cycle combiné avec du solaire thermodynamique) en plus d'un système de stockage thermique présente une MTD si on la compare avec les systèmes solaires seuls ou turbine à gaz seule.

Une autre MTD à proposer sera l'hybridation des systèmes de production d'électricité existants.

Nous recommandons ainsi la multiplication des centrales électriques à configuration hybride solaire- gaz en Algérie avec l'introduction des MTD présentées dans cette étude.

Nous mettons l'accent sur l'introduction des systèmes de stockages d'énergie thermique qui jouent un rôle primordial dans la performance du champ solaire et la réduction de la consommation de l'énergie fossile.

Notre ambition est de généraliser cette étude sur le maximum de secteurs industriels en Algérie, pour introduire et élargir le cercle de l'utilisation des MTD en Algérie et améliorer la performance des activités industrielles vis-à-vis de l'environnement sans que les autres domaines (économiques par exemple) ne soient affectés.

CONCLUSION GENERALE

A l'instar des pays voisins et dans un contexte international lié à la protection de l'environnement, l'Algérie n'a pas hésité à se lancer dans un large processus de mise à niveau des techniques permettant de limiter les effets négatifs sur l'environnement et répondre au mieux aux risques liés au développement d'une manière générale et en particulier au développement industriel, par l'élaboration d'un programme ambitieux de développement des énergies renouvelables, de production propre et d'efficacité énergétique.

L'Algérie cherche à importer tous les éléments, principes et techniques pour construire une bonne assise pour l'élaboration et la dispersion de la culture de sécurité et de protection de l'environnement.

L'un des systèmes principaux pour la protection de l'environnement et le contrôle de pollution qui mérite d'être étudié pour son transfert en Algérie est le système européen IPPC.

Ainsi, nous nous sommes intéressés dans ce travail à une analyse de la base juridique et réglementaire pour le transfert de ce système en Algérie, son élaboration et la mise en œuvre des MTD. L'analyse était basée sur les cinq principes du système européen IPPC, à savoir : une approche intégrée, Meilleures Techniques Disponibles (MTD), flexibilité, les inspections environnementales ainsi que la participation du public dans les questions environnementales.

Les résultats trouvés montrent bien que l'Algérie possède une base juridique forte et favorable pour l'importation de l'approche intégrée de la prévention et le contrôle de la pollution. Cependant, quelques lacunes figurent surtout en matière de participation du public et des inspections environnementales.

La deuxième partie du travail consiste en une comparaison des performances techniques et environnementales de deux centrales (une hybride solaire-gaz et une autre conventionnelle) afin de vérifier l'hypothèse établie au début de notre recherche (L'utilisation des Meilleures Techniques Disponible dans une centrale conventionnelle pourrait être équivalente à l'utilisation d'une source d'énergie propre en matière de protection de l'environnement et de l'efficacité technique et environnementale)

Le même taux de conformité a été obtenu pour les deux centrales du fait que des techniques pouvant être qualifiées de MTD ont été utilisées dans la centrale conventionnelle de Ain Djasser. Ce qui permet de conclure que l'utilisation des MTD même en l'absence d'une source d'énergie renouvelable améliore la performance globale de la centrale.

Cela nous amène à proposer la combinaison ER-MTD pour maximiser le profit des systèmes hybrides sur tous les plans : technique, économique et environnemental.

A ce stade, se pose la question suivante : comment savoir si une technique est qualifiée de MTD ou non ?

Nous avons pu répondre à cette question par la conception d'une méthode d'évaluation des performances des centrales électriques en matière des MTD. La méthode proposée peut être utilisée pour tout type d'installation industrielle. Cependant, nous avons spécifié notre recherche aux centrales hybrides utilisant l'énergie solaire en plus du gaz pour pouvoir déceler les techniques qui peuvent être qualifiées de MTD dans les champs solaires.

Notre méthode peut être utilisée avant la conception des centrales (ou toute autre installation industrielle) et même pour les installations existantes.

Notre but est d'extraire toutes les MTD pouvant être utilisées dans les champs solaire afin de maximiser l'efficacité des systèmes hybrides et d'optimiser les performances techniques et environnementales des futures centrales hybrides figurant dans le programme algérien de développement des énergies renouvelables.

En résumé, notre contribution porte sur les points suivants :

- Evaluer la base juridique algérienne pour l'importation de l'approche IPPC
- Proposer une méthode, pour la définition des MTD et l'évaluation des performances techniques et environnementales des centrales électriques, qui s'adapte le mieux au contexte industriel et énergétique algérien
- Définir les MTD utilisées dans les champs solaires des centrales hybrides « solaire-gaz »
- Montrer l'importance de l'utilisation des MTD qui peut être équivalente à l'utilisation d'une source d'énergie renouvelable en matière d'efficacité énergétique et environnementale

Dans le cadre des travaux de recherche menés dans cette thèse, nous avons réussi à vérifier toutes les hypothèses établies au début.

Nous pouvons ainsi proposer comme perspectives :

- La réalisation des études par secteur d'activité industrielle pour définir les MTD appropriées,

- La rédaction des BREFs algériens pour tous les secteurs industriels,
- L'approfondissement des études pour l'application de la combinaison « ER-MTD »
- Le développement des outils informatiques pour l'application des méthodes de définition des MTD et l'évaluation des performances des installations industrielles au sens des MTD.

Finalement, nous pouvons retenir que la veille technologique évolue continuellement et par conséquent, l'aspect environnemental demeure une problématique permanente ; par conséquent des mises à niveau sur le plan juridique deviennent nécessaires voir obligatoires et l'implication d'autres acteurs est vivement recommandée.

BIBLIOGRAPHIE

Abboud M H et Mohammed M.M Experimental characteristic of a solar parabolic trough collector with indirect steam generation system [Article] // International Journal of Energy and Environment. - 2019. - 2 : Vol. 10. - pp. 87-96.

Actu Environnement actu-environnement [En ligne]. - 2020. - 2020. - <https://www.actu-environnement.com/ae/news/eurostat-part-renouvelables-europe-36769.php4#:>.

Ademe « Feuille de route solaire thermodynamique » [En ligne] // www.ademe.fr. - 2020. - 2020.

AEE, Agence Européenne pour l'environnement Façonner l'avenir énergétique de l'Europe : une énergie propre, intelligente et renouvelable [Revue] // Signaux. - [s.l.] : Agence Européenne pour l'environnement, 2017. - pp. 2443-7522. - ISBN: 978-92-9213-901-8 ISSN: 2443-7522.

- Andermannceramics** Propriétés des diverses céramiques techniques industrielles [En ligne] // Andermannceramics. - 2016. - 2019. - http://www.earthwaterfire.fr/anderman_ceramics.htm.
- Appert Olivier** La transition énergétique entre injonctions politiques et déficit prospectif [Article] // La Revue de l'Énergie. - 2021. - 654.
- Ashby Michael F et Jones David R.H.** Matériaux (propriétés, applications et conception) Matériaux - T1 Propriétés, applications et conception Broché – [Livre] / éd. Dunod. - 2020. - 4e éd : p. 464 pages. - 978-2100821341.
- Ayache S** L'Algérie revoit à la hausse ses ambitions en matière d'énergie solaire [Revue] // Le monde - Afrique. - 2021.
- Barros M.C [et al.]** Identification of best available techniques in the seafood industry : a case study. [Article] // Journal of Cleaner Production. - 2009. - Vol. 17. - pp. 391–399.
- Behar O, Khellaf A et Mohammedi K** A review of studies on central receiver solar thermal power [Article] // Renewable and sustainable energy reviews. - 2013. - C : Vol. 23. - pp. 12-39.
- BEKKAR DJELLOUL, SAIAH** Analyse prospective de la production de l'énergie électrique en Algérie // Thèse de Doctorat. - Algérie : Université Mohamed Boudiaf des Sciences et de la Technologie-Oran, 2017.
- Bellos E et Tzivanidis C** A review of concentrating solar thermal collectors with and without nanofluids. [Article] // Journal of Thermal Analysis and Calorimetry. - 2019. - Vol. 135. - pp. 763–786.
- Benalouache Nadia** L'énergie solaire pour la production d'électricité au Maghreb : transition énergétique et jeux d'échelles // Thèse de Doctorat. - Tunisie : Université de Sfax, 2017.
- Birnbaum J [et al.]** A direct steam generation solar power plant with integrated thermal storage [Article] // Journal of Solar Energy Engineering. - Aout 2010. - 3 : Vol. 132. - p. 031014 (5 pages).
- Boubault A [et al.]** Accelerated aging of a solar absorber material subjected to highly concentrated solar flux [Article] // Energy Procedia. - 2014. - Vol. 49. - pp. 1673-1681.
- BP** Statistical Review of World Energy [Rapport]. - 2016.
- BP** BP statistical Review of World Energy [Rapport]. - 2020. - 69th edition.
- Bréchet H et Tulkens H** Beyond BAT: selecting optimal combinations of available techniques, with an example from the limestone industry [Article] // Journal of environmental Management. - Avril 2009. - 5 : Vol. 90. - pp. 790-801.
- Cagno E, Trucco P et Tardini L** Cleaner production and profitability: analysis of 134 industrial prevention (P2) project reports [Article] // Journal of Cleaner Production. - 2005. - 6 : Vol. 13. - pp. 593- 605.
- Calia R.C, Guerrini F.M et De Castro M** The impact of Six Sigma in the performance of a Pollution Prevention program [Article] // Journal of Cleaner Production. - 2009. - 15 : Vol. 17. - pp. 1303-1310.

CDER Objectifs du nouveau programme des Energies Renouvelables en Algérie (2015-2020-2030), [En ligne] // portail.cder.dz. - 2015. - 2019. - <http://portail.cder.dz/spip.php?article4565>.

CE Commission Européenne Décision d'exécution de la Commission du 10 février 2012 établissant les lignes directrices sur la collecte de données, sur l'élaboration de références MTD et sur leur assurance qualité, visées par la directive 2010/75/UE du Parlement Européen [Rapport]. - [s.l.] : Commission Européenne, 2012.

CE Commission Européenne Directive 2010/75/UE relative Aux émissions industrielles (integrated pollution prevention and control) [Internet] // Directive. - Union Européenne : Commission Européenne, 24 November 2010. - Available from :<https://eur-lex.europa.eu/legal-content/FR/ALL/?uri=CELEX%3A3201>.

CE Commission Européenne Directive 96/61/EC relative à la prévention et à la réduction intégrées de la pollution [En ligne] // aida.ineris. - 1996 september 1996. - https://aida.ineris.fr/consultation_document/1031..

CE Commission Européenne Document de référence sur les meilleures techniques disponibles "efficacité énergétique" // BREF "EE". - 2009. - p. 507.

CE Commission Européenne Document De Référence Sur Les Meilleures Techniques Disponibles « Grandes Installations De Combustion » // BREF "GIC". - 2006.

CE Commission Européenne Integrated Pollution Prevention and Control Reference Document on Best Available Techniques for Large Combustion Plants // BREF "LCP". - 2017.

CE Commission Européenne JRC Reference Report on Monitoring of emissions from IED installations [Rapport]. - 2013.

CE Commission Européenne Reference Document on Economics and Cross-Media Effects [Rapport]. - [s.l.] : Commission Européenne, 2006.

CE Directive n° 2008/1/CE du 15/01/08 relative à la prévention et à la réduction intégrées de la pollution [Rapport] / Commission Européenne. - Union Européenne : JOUE n° L 24 du 29 janvier 2008, 2008. - available on : https://aida.ineris.fr/consultation_document/883/version_pdf.

Cikankowitz A et Laforest V Using BAT as an evaluation method of techniques [Article] // Journal of cleaner production. - 2013. - Vol. 42. - pp. 141-158.

Cikankowitz A Méthodologie d'évaluation des performances Environnementales de Techniques en vue de les comparer puis de les valider « Meilleures Techniques Disponibles // Thèse de Doctorat. - France : Ecole Nationale Supérieure des Mines de Saint-Etienne, 2008. - p. 379.

Commission des communautés Européennes Progrès accomplis dans la mise en œuvre de la directive 96/61/CE du conseil relative à la prévention et à la réduction intégrées de la pollution : vers une production durable, [Rapport] : Communication de la commission au conseil, au parlement européen, au comité économique et social européen et au comité des régions. - Bruxelles : [s.n.], 2003. - pp. 4-19.

- Commission Européenne "CE"** BREF fabrication des céramiques , Document de référence sur les meilleures techniques disponibles Fabrication des céramiques [En ligne]. - 2007. - https://aida.ineris.fr/sites/default/files/directive_ied/cer_bref_1206_VF_0.pdf.
- Convention Stockholm** Convention de Stockholm sur les Polluants Organiques Persistants (POP). - Stockholm : [s.n.], 2009. - p. 63. - Partie V, article5.
- Corradin C** Les hydrocarbures dans l'économie algérienne [Revue] // Ritimo. - 2012.
- Daddi T [et al.]** A method to implement BAT (Best Available Techniques) in South Mediterranean countries: the experience of BAT4MED project [Article] // Environmental Economics. - 2012. - 4 : Vol. 3. - pp. 65-74.
- Daddi T [et al.]** Transferring the Integrated Pollution Prevention and Control (IPPC) Approach and Best Available Techniques (BAT) Concepts to Egypt, Tunisia and Morocco [Article] // Sustainability. - 2013. - Vol. 5. - pp. 2944-2959. - doi:10.3390/su5072944.
- De Chefdebien H [et al.]** BAT & BREF: WI- BREF? Les conclusions MTD du BREF Incinération [Rapport]. - 2019.
- Dellise M [et al.]** Challenges in assessing Best Available Techniques (BATs) compliance in the absence of industrial sectoral reference [Article] // Journal of Cleaner Production. - 1 Aout 2020. - Vol. 263. - p. 121474.
- Dijkmans R.** Methodology for selection of best available techniques (BAT) at the sector level. BAT-center, Flemish Institute for Technological Research (VITO), [Article] // Journal of Cleaner Production. - 2000. - Vol. 8. - p. 11.
- Dow Chemical Company** Dowtherm Qheat transfer fluid. Product Technical Data sheet [En ligne] // www.dow.com. - 2019. - 2020. - <https://www.dow.com/en-us/document-viewer.html?ramdomVar=7192156093086285039&docPath=/content/dam/dcc/documents/en-us/productdatasheet/176/176-01463-01-dowtherm-a-tds.pdf>.
- Eastman** Helping to sustain the world's resources, Heat transfer fluids for alternative energy and technologies, Therminol Heat Transfer Fluids. [En ligne]. - https://www.therminol.com/sites/therminol/files/documents/TF8697_Therminol_Sustainability_Brochure.pdf.
- EIPPCB** aida.ineris.fr [En ligne]. - 2019. - 2020. - <https://aida.ineris.fr/guides/directive-ied/documents-bref>.
- Eurostat** [En ligne]. - 2020. - 2020. - <https://ec.europa.eu/eurostat>.
- Everard D** Approche intégrée pour une évaluation multicritère des meilleures techniques disponibles // Thèse Doctorat. - France : Université de Lyon, 2016.
- Evrard D [et al.]** Best Available Techniques: An integrated method for multicriteria assessment of reference installations. [Article] // Journal of Cleaner Production. - 2018. - Vol. 176. - pp. 1034-1044..

- Fei M et Zhang P** Heat Transfer Characteristics of a Volumetric Absorption Solar Collector using Nano-Encapsulated Phase Change Slurry [Article] // *Heat Transfer Engineering*. - 2018. - 13 : Vol. 39. - pp. 1487–1497..
- Fernández-García A. [et al.]** A parabolic-trough collector for cleaner industrial process heat. [Article] // *Journal of Cleaner Production*. - 2015. - Vol. 89. - pp. 272–285..
- Flamant G.** Solaire à concentration, du présent au futur [Rapport] / Laboratoire PROMES-CNRS. - 2012.
- Fu X D [et al.]** Parabolic mirrors for a 100 m-long parabolic trough in Beijing Badaling solar power test plant [Article] // *Energy Procedia*. - 2014. - Vol. 49. - pp. 90 – 97.
- Gaffet E** LES NANOMATERIAUX : Effets sur la santé de l’homme et sur l’environnement [Livre] / éd. Sanitaire ANSES (Agence Nationale de Sécurité). - 2006.
- Gama A, Haddadi M et MAlek A** Etude Et Réalisation D’un Concentrateur Cylindro Parabolique Avec Poursuite Solaire Aveugle [Article] // *Revue des Energies Renouvelables*. - Aout 2008. - 3 : Vol. 11. - pp. 437-451.
- GAMA A, Yettou F et Malek A** Etude et réalisation d’un concentrateur cylindroparabolique avec poursuite solaire aveugle [Conférence] // *International Congress on environment and Renewable energies*. - Mahdia, Tunisie. : [s.n.], 2006.
- García-Segura A, Fernández-García A et Ariza M J** Durability studies of solar reflectors: A review. [Conférence] // *Renewable and Sustainable Energy Reviews* . - 2016. - Vol. 62. - pp. 453-467..
- García-Segura A, Fernández-García A et F Buendía-Martínez** Durability Studies of Solar Reflectors Used in Concentrating Solar Thermal Technologies under Corrosive Sulfurous Atmospheres. <https://doi.org/10.3390/su1009300> [Article] // *Sustainability*. - 2018. - 9 : Vol. 10. - p. 3008.
- Geldermann J et Rentz O** Integrated technique assessment with imprecise information as a support for the identification of best available techniques (BAT) [Article] // *OR Spektrum*. - 2001. - Vol. 23. - pp. 137–157. - <https://doi.org/10.1007/PL00013341>.
- Gil A [et al.]** State of the art on high temperature thermal energy storage for power generation. Part 1 - Concepts, materials and modellization. [Article] // *Renewable and Sustainable Energy Reviews*. - Janvier 2010. - 1 : Vol. 14. - pp. 31-55.
- Giner-Santonja G, Aragonés-Beltrán P et Niclós-Ferragut J** The application of the analytic network process to the assessment of best available techniques, [Article] // *Journal of cleaner production*. - 2012. - Vol. 25. - pp. 86-95..
- Granek F et Hassanali M** The Toronto Region Sustainability Program: insights on the adoption of pollution prevention practices by small to medium-sized manufacturers in the Greater Toronto Area (GTA) [Article] // *Journal of Cleaner Production*. - 2006. - Vol. 14. - pp. 572-579.

Gremion C Élaboration et caractérisation d'absorbants sélectifs platine-alumine pour le solaire thermique à concentration à haute température // Thèse de doctorat en Solaire thermique. - France : l'Université de Lyon., 2015.

Guidi G [et al.] Best available techniques (BATs) for oil spill response in the Mediterranean Sea: calm sea and presence of economic activities [Article] // Environmental Science and Pollution Research. - Janvier 2016. - 2 : Vol. 23. - pp. 1944-1953.

Hasni T, Malek R et Zouiouche N CHANGEMENT CLIMATIQUE, ÉNERGIE ET ENVIRONNEMENT // L'ALGÉRIE 100% énergies renouvelables. Recommandations pour une stratégie nationale de transition énégetique / éd. FRIEDRICH-EBERT-STIFTUNG. - 2021. - ISBN 978-9931-551-14-0.

Hild François De la rupture des matériaux à comportement fragile // Thèse doctorat. - France : Univesité Pierre et Marie Curie - Paris VI, 1992. - tel-00460367, version 1.

Hoque A et Clarke A. Greening of industries in Bangladesh: pollution prevention practices [Article] // Journal of Cleaner Production. - 2012. - pp. 47-56.

Ibáñez-Forés V [et al.] Multicriteria Decision Making Methodologies Applied to the Selection of Best Available Techniques in the Ceramic Industry: Equalitarian vs Prioritised Weighting [Section] // Lecture Notes in Management and Industrial Engineering - Project management and engineering. / éd. José Luis Ayuso Muñoz José Luis Yagüe Blanco, Salvador F, Capuz-Rizo. - 2015. - 25. - 978-3-319-12754-5.

Ibáñez-Forés V, Bovea M.D et Azapagic A Assessing the sustainability of Best Available Techniques (BAT): methodology and application in the ceramic tiles industry [Article] // Journal of Cleaner Production. - 2013. - Vol. 51. - pp. 162-176.

IEA Key electricity trends [En ligne]. - International Energy Agency, 2021. - Avril 2021. - <http://www.iea.org/articles/key-electricity-trends-2020>.

INERIS <https://aida.ineris.fr> [En ligne]. - 2020. - 2020. - <https://aida.ineris.fr/node/236>.

INERIS <https://aida.ineris.fr/node/193> [En ligne]. - 2019. - 2020. - <https://aida.ineris.fr/node/193>.

J.O.R.A Arrêté interministériel du 01 octobre 2003 // Journal Officiel de la République Algérienne. - 31 Janvier 2004-1. - p. 6.

J.O.R.A Arrêté interministériel du 10 août 1993 // Journal Officiel de la République Algérienne. - 23 Février 1994-2. - p. 12.

J.O.R.A Arrêté Interministériel du 2 septembre 2013 // Journal Officiel de la République Algérienne. - 12 Juin 2014. - p. 23.

J.O.R.A Arrêté interministériel du 20 Janvier 2011 // Journal Officiel de la République Algérienne. - 25 Mars 2012. - pp. 22-24.

J.O.R.A Arrêté interministériel du 30 juin 1999 // Journal Officiel de la République Algérienne. - 26 Septambre 1999-2. - p. 6.

- J.O.R.A** Décret 81-03 du 17 Janvier 1981 // Journal Officiel de la République Algérienne. - 20 Juillet 2003-1.
- J.O.R.A** Décret 93-184 du 27 juillet 1993 // Journal Officiel de la République Algérienne. - 28 Juillet 1993-3. - p. 10.
- J.O.R.A** Décret exécutif n° 06-138 du 15 Avril 2006 // Journal Officiel de la République Algérienne. - 16 Avril 2006-2.
- J.O.R.A** Décret exécutif n°06-02 du 7 Janvier 2006 // Journal Officiel de la République Algérienne. - 8 Janvier 2006-1. - p. 3.
- J.O.R.A** Décret exécutif n°13-110 du 17 Mars 2013 // Journal Officiel de la République Algérienne. - 27 Mars 2013. - p. 5.
- J.O.R.A** Décret exécutif n°06-141 du 19 avril 2006 // Journal Officiel de la République Algérienne. - 23 Avril 2006-8. - p. 4.
- J.O.R.A** Décret exécutif n°10-23 du 12 Janvier 2010 // Journal Officiel de la République Algérienne. - 17 Janvier 2010. - p. 10.
- J.O.R.A** Décret exécutif n° 03-452 // Journal Officiel de la République Algérienne. - 12 Décembre 2003-2. - p. 7.
- J.O.R.A** Décret exécutif n° 04-409 du 14 décembre 2004 // Journal Officiel de la République Algérienne. - 19 Décembre 2004-5. - pp. 3-5.
- J.O.R.A** Décret exécutif n° 06-198 du 31 mai 2006 // Journal Officiel de la République Algérienne. - 4 juin 2006-4. - p. 8.
- J.O.R.A** Décret exécutif n° 09-321 du 8 octobre 2009 // Journal Officiel de la République Algérienne. - 14 Octobre 2009-2. - p. 6.
- J.O.R.A** Décret Exécutif n° 90-78 du 27 février 1990 // Journal Officiel de la République Algérienne. - 7 Mars 1990. - p. 138.
- J.O.R.A** Décret exécutif n°02-372 du 11 novembre 2002 // Journal Officiel de la République Algérienne. - 13 Novembre 2002. - p. 9.
- J.O.R.A** Décret exécutif n°05-08 du 8 Janvier 2005 // Journal Officiel de la République Algérienne. - 09 Janvier 2005-1. - p. 14.
- J.O.R.A** Décret exécutif n°07-144 du 19 mai 2007 // Journal Officiel de la République Algérienne. - 22 Mai 2007-2. - p. 3.
- J.O.R.A** Décret exécutif n°09-19 du 20 janvier 2009 // Journal Officiel de la République Algérienne. - 25 Janvier 2009-1. - p. 8.
- J.O.R.A** Décret exécutif n°93-163 du 10 Juillet 1993 // Journal Officiel de la République Algérienne. - 14 Juillet 1993-2. - p. 14.

- J.O.R.A** Décret n°05-119 du 11 avril 2005 // Journal Officiel de la République Algérienne. - 13 Avril 2005-2. - p. 3.
- J.O.R.A** Décret N°06-104 du 28 février 2006 // Journal Officiel de la République Algérienne. - 05 Mars 2006-7. - p. 9.
- J.O.R.A** Décret n°84-378 du 15 décembre 1984 // Journal Officiel de la République Algérienne. - 16 Décembre 1984. - p. 1458.
- J.O.R.A** Décret n°87-182 du 18 Août 1987 // Journal Officiel de la République Algérienne. - 19 Aout 1987. - p. 857.
- J.O.R.A** Décret présidentiel 04-144 // Journal Officiel de la République Algérienne. - 09 Mai 2004-2. - p. 4.
- J.O.R.A** Décret présidentiel 04-170 du 08 Juin 2004 // Journal Officiel de la République Algérienne. - 13 juin 2004-3. - p. 3.
- J.O.R.A** Décret présidentiel 04-326 du 10 Octobre 2004 // Journal Officiel de la République Algérienne. - 13 Octobre 2004-4. - p. 3.
- J.O.R.A** Décret présidentiel 06-206 du 7 Juin 2006 // Journal Officiel de la République Algérienne. - 14 Juin 2006-5. - p. 15.
- J.O.R.A** Décret présidentiel 92-355 du 23 Septembre 1992 // Journal Officiel de la République Algérienne. - 29 Septembre 1992. - p. 14.
- J.O.R.A** Décret présidentiel 93-99 du 10 Avril 1993 // Journal Officiel de la République Algérienne. - 21 Avril 1993-1. - p. 4.
- J.O.R.A** Décret présidentiel 95-163 du 06 Juin 1995 // Journal Officiel de la République Algérienne. - 14 Juin 1995.
- J.O.R.A** Décret présidentiel 98-124 du 18 Avril 1998 // Journal Officiel de la République Algérienne. - 26 Avril 1998-1. - p. 10.
- J.O.R.A** Décret présidentiel 98-158 du 16 Mai 1998 // Journal Officiel de la République Algérienne. - 19 Mai 1998-2. - p. 3.
- J.O.R.A** Décret présidentiel n° 07-94 du 19 Mars 2007 // Journal Officiel de la République Algérienne. - 21 Mars 2007-1. - p. 9.
- J.O.R.A** Décret présidentiel n° 92-354 du 23 Septembre 1992 // Journal Officiel de la République Algérienne. - 29 Mars 2000. - p. 5.
- J.O.R.A** Décret présidentiel n°06-170 du 28 mai 2006 // Journal Officiel de la République Algérienne. - 28 Mai 2006-3. - p. 3.
- J.O.R.A** Décret présidentiel n°99-64 du 15 mars 1999 // Journal Officiel de la République Algérienne. - 17 Mars 1999-1. - pp. 6-8.

- J.O.R.A** Décrets exécutifs N°03-477 et N°03-478 du 09 décembre 2003 // Journal Officiel de la République Algérienne. - 14 Décembre 2003-3. - pp. 4-6.
- J.O.R.A** Directives générales sur les meilleures techniques disponibles et les meilleures // Décret présidentiel n° 06-206. - Algérie : Journal Officiel de la République Algérienne, 2006-6.
- J.O.R.A** Loi n°01-19 du 12 décembre 2001 // Journal Officiel de la République Algérienne. - 15 Décembre 2001. - p. 15.
- J.O.R.A** Loi n°03-10 du 19 Juillet 2003 // Journal Officiel de la République Algérienne. - 20 Juillet 2003-4. - p. 6.
- J.O.R.A** Loi n°83-17 du 16 juillet 1983/ Loi n° 05-12 du 4 août 2005 // Journal Officiel de la République Algérienne. - 4 Septembre 2005-3. - p. 3.
- J.O.R.A** Ordonnance 72-17 du 7 juin 1972 // Journal Officiel de la République Algérienne. - 04 Juillet 1972. - p. 654.
- J.O.R.A** Ordonnance 74-55 du 13 mai 1974 // Journal Officiel de la République Algérienne. - 4 Juin 1994-1. - p. 494.
- J.O.R.A** Ordonnance n°96-13 du 15 juin 1996 // Journal Officiel de la République Algérienne. - 16 Juin 1996. - p. 3.
- Jamali H.** Investigation and review of mirrors reflectance in PTSC. [Article] // Energy Reports. - Novembre 2019. - Vol. 5. - pp. 145-158.
- Journal officiel "UE"** DÉCISION D'EXÉCUTION (UE) 2017/1442 DE LA COMMISSION établissant les conclusions sur les meilleures techniques disponibles (MTD), au titre de la directive 2010/75/UE du Parlement européen et du Conseil, pour les grandes installations de combustion. - 2017. - C(2017) 5225.
- Kenda Nitedem, E.S [et al.]** Thermal energy storage materials made of natural and recycled resources for CSP in West Africa. [Article] // Waste and Biomass Valorisation. - Septembre 2018. - 9 : Vol. 9. - pp. 1-15.
- Kenedy C E et Terwilliger K.** Optical durability of candidate solar reflectors. [Article] // Journal of solar energy engineering. - 2005. - Vol. 127. - pp. 262-269..
- KHAN M.P [et al.]** Performance Analysis of Solar Assisted Multigenerational system using therminol VP1 based nanofluids :a comparative Study. [Article] // Thermal Science. - 2020. - 2A : Vol. 24. - pp. 865-878..
- Khiaat Z, Flazi S et B. Stambouli A** Pluralité Energétique : Enjeux et Stratégie pour l'Algérie [Article] // Revue des Energies Renouvelables. - Tlemcen/Algérie : [s.n.], 2007. - ICRES-07. - pp. 41 – 46.
- Kumar A et Shukla S. K** Thermal Performance Analysis of Helical Coil Solar Cavity Receiver based parabolic trough concentrator, , [Article] // THERMAL SCIENCE. - 2019. - 6A : Vol. 23. - pp. 3539-3550.

Kuravi S [et al.] Thermal energy storage technologies and systems for concentrating solar power plants [Article] // Progress in Energy and combustion Science. - Aout 2013. - 4 : Vol. 39. - pp. 285-319.

Kurşun B Heat transfer analysis of different thermal oils in parabolic trough solar collectors with longitudinal sinusoidal internal fin [Article] // Sakarya University Journal of Science. - 2019. - 5 : Vol. 23. - pp. 848-858.

Laforest V Applying Best Available Technologies in environmental management accounting: from the definition to an assessment method [Article] // Environmental Management Accounting for Cleaner Production / éd. Springer. - 2008. - pp. 29-48.

Laforest V Assessment of emerging and innovative techniques considering best available techniques performances [Article] // Resources Conservation & Recycling / éd. springer. - [s.l.] : springer, 2014. - Vol. 92. - pp. 11-24.

Laforest V et Gaucher R. Industrial Emission Directive (IED) and Best Available Techniques [Rapport] : Directive sur les émissions industrielles (IED) et meilleures techniques disponibles / Tech. Ing.. - 2015.

Leo J [et al.] Control for hybrid combined cycle with parabolic trough and molten-salt storage [Article] // IFAC-PapersOnLine . - Décembre 2015. - 30 : Vol. 48. - pp. 439-444.

Llamas J. M, Bullejos D et de Adona M.R. Techno-Economic Assessment of Heat Transfer Fluid Buffering for Thermal Energy Storage in the Solar Field of Parabolic Trough Solar Thermal Power Plants [Article] // Energies. - 2017. - 8 : Vol. 10. - p. 1123.

Lourdes A [et al.] Heat Transfer Fluid Temperature Control in a Thermoelectric Solar Power Plant [Article] // Energies. - 2017. - Vol. 10. - p. 1078.

Mabrouk M.T, kheiri A. et Feidt M. A systematic procedure to optimize integrated solar combined cycle power plants (ISCC° [Article] // Applied thermal engineering. - mai 2018. - Vol. 136. - pp. 97-107.

Marin A et Luz M Volumetric receivers in solar thermal power plants with general receiver system technology: a review [Article] // Solar energy. - 2011. - 5 : Vol. 85. - pp. 891-910.

MATE La Communication Nationale Initiale à la Convention Cadre des Nations Unies sur les changements climatiques, Algérie. [Rapport]. - 2001.

MATE Plan National de Mise en oeuvre (PNM) Algérie-Convention de Stockholm-Projet POP's [Rapport] / Ministère de l'aménagement du territoire et de l'environnement. - 2006. - p. 137. - GF/ALG/02/001.

ME Bilan énergétique national de l'année 2015. [Rapport]. - Algérie : Ministère de l'énergie, 2016.

ME <https://www.energy.gov.dz/?rubrique=energies-nouvelles-renouvelables-et-maitrise-de-irenergie> [En ligne] // www.energy.gov.dz. - Ministère de l'énergie, 2020.

ME Ministère de l'énergie, « Programme des énergies renouvelables et de l'efficacité énergétique » [Rapport]. - 2011.

- ME** Ministère de l'énergie [En ligne] // www.energy.gov.dz. - 2016. - 2019. - <https://www.energy.gov.dz/?rubrique=energies-renouvelables-et-efficacite-energetique>.
- ME, Ministère de l'Énergie et des Mines** www.mem-algeria.org [En ligne]. - 2016. - www.mem-algeria.org.
- MEM** « Projet centrale hybride solaire gaz de 150MW » [En ligne] // www.memalgeria.org. - Ministère de l'énergie et des mines, Algérie, 2014. - www.memalgeria.org/francais/index.php?page=projet-centrale-hybride-solaire-gaz-de-150-mw, 2014..
- Miller G [et al.]** Advancing Pollution Prevention and cleaner production-USA's contribution [Article] // *Journal of Cleaner Production*. - 2008. - 6 : Vol. 16. - pp. 665-672.
- Mohamed Mladjao Mouhammad Al Anfaf** Contribution à la modélisation et à l'optimisation de systèmes énergétiques multi-sources et multi-charges. // Thèse de Doctorat. - France : Université de Lorraine, 2016.
- Mounica K, Hanumantha R et Atgur YV** Comparative Study on Parabolic Trough Collector by using Different Heat Transfer Fluids [Article] // *International Journal of Vehicle Structures and Systems*. - 2019. - 4 : Vol. 11. - pp. 456-460..
- MTEER** Ministère de la transition Énergétique et des Énergies Renouvelables [En ligne]. - 2021. - 2021. - <https://mteer.gov.dz/>.
- Nathan G.J [et al.]** Solar thermal hybrids for combustion power plant: A growing opportunity [Article] // *Progress in Energy and Combustion Science*. - 2018. - Vol. 64. - pp. 4-28. - ISSN 0360-1285.
- Omri A** Analyse de la transition vers les énergies renouvelables en Tunisie: Risques, enjeux et stratégies à adopter // Thèse de Doctorat. - Tunisie : Université de Sfax, 2016.
- ONS** Démographie Algérienne 2015 [Rapport]. - Algérie : Office National des Statistiques, 2017.
- Owen A et Azharul K** An investigation into the thermophysical and rheological properties of nanofluids for solar thermal applications [Article] // *Renewable and Sustainable Energy Reviews*. - 2016. - Vol. 55. - pp. 739-755. - 1364-0321.
- Panagiotoulis I, Botsou F et Kaberi H** Can we document if regulation and Best Available Techniques (BAT) have any positive impact on the marine environment? A case based on a steel mill in Greece [Article] // *Environmental Monitoring and Assessment*. - 2017. - 11 : Vol. 189. - p. 598.
- PE Parlement Européen et Conseil de l'union européenne** Directive (UE) 2018/2001 du Parlement européen et du Conseil du 11 décembre 2018 relative à la promotion de l'utilisation de l'énergie produite à partir de sources renouvelables // Directive. - 2018.
- Perrin L [et al.]** Validation du procédé Val-Boue comme meilleure technique disponible [Conférence] // *Colloque Eau, déchets et développement durable*. - Alexandrie : [s.n.], 2010. - p. 7.

- Pintaldi S [et al.]** A review of thermal energy storage technologies and control approaches for solar cooling [Article] // Renewable and Sustainable Energy Reviews. - 2015. - Vol. 41. - pp. 975-995.
- Polders C [et al.]** Methodology for determining emission levels associated with the best available techniques for industrial waste water [Article] // Journal of Cleaner Production. - 2012. - Vol. 29. - pp. 113-121.
- Puppe M [et al.]** Hybrid high solar share gas turbine systems with innovative gas turbine cycles [Conférence] // Energy Procedia. - 2015. - Vol. 69. - pp. 1393-1403. - In: International Conference on Concentrating Solar Power and Chemical Energy Systems..
- Py X [et al.]** Thermal energy storage for CSP (Concentrating Solar Power) [Conférence] // EPJ Web of conferences. - 2017. - Vol. 148. - p. 00014. - 00014.
- Quero M [et al.]** Solugas – Operation experience of the first solar hybrid gas turbine system at MW scale [Article] // Energy Procedia. - 2014. - Vol. 49. - pp. 1820 – 1830.
- Quoilin S** Les Centrales Solaires à Concentration [Internet]. - France : Faculté des sciences appliquées, Université de Liège, Mai 2007.
- Rahmouni S** Etude prospective de la transition énergétique et l'impact environnemental en Algérie // Thèse de Doctorat. - Algérie : Université Kasdi Merbah Ouargla, 2019.
- Raya I et Vázquez V.L** Sharing experiences to improve pollution prevention and control in the mediterranean area [Rapport]. - [s.l.] : Research Media, 2009. - pp. 56-58.
- Ristori D** Enjeux et défis de la politique énergétique en Europe [Article] // Géoeconomie. - [s.l.] : Choiseul, 2015. - Choiseul. - 73 : Vol. 1. - pp. 45-58. - ISBN: 9782362590580/ ISSN: 1620-9869.
- Rodriguez G [et al.]** National Analysis of policy and legislative frameworks to support BAT implementation in Tunisia [Rapport]. - 2013. - p. 41.
- Roget F** Définition, modélisation et validation expérimentale d'une capacité de stockage thermique par chaleur latente adaptée à une centrale thermodynamique solaire à basse température = Thèse de Doctorat. - 2015. - <https://tel.archives-ouvertes.fr/tel-01165053>. - HAL Id: tel-01165053 .
- Rovira A [et al.]** Energy management in solar thermal power plants with double thermal storage system and subdivided solar field [Article] // Applied Energy. - 2011. - 11 : Vol. 88. - pp. 4055-4066.
- Sandhu H, Gangacharyulu D et Agrawal V. P** Coding, evaluation, comparison, ranking and optimal selection of nanoparticles with heat transfer fluids for thermal systems [Article] // Particulate Science And Technology. - 2018. - 1 : Vol. 36. - pp. 50–60..
- Sarmiento F** Assessment of the impact of the E2P3 project on the uptake of pollution prevention in Ecuador [Article] // Journal of Cleaner Production. - 2004. - 3 : Vol. 12. - pp. 283-296..
- Schollenberger H, Treitz M et Geldermann J** Adapting the European approach of Best Available Techniques: case studies from Chile and China [Article] // Journal of Cleaner Production. - November 2008. - 17 : Vol. 16. - pp. 1856-1864.

- Schuller M, Shao Q et Lalk T.** Experimental investigation of the specific heat of a nitrate-alumina nanofluid for solar thermal energy storage systems [Article] // International Journal of Thermal Sciences. - 2015. - Vol. 91. - pp. 142-145.
- Société Ceram Décor – Batna** Fiches techniques. - Batna : [s.n.], 2020.
- Sonalgaz** Programme National des Energies Nouvelles et Renouvelables [Rapport]. - Algérie : Sonalgaz, 2011.
- SPPI** Solar Power Plant One // Description technique de la centrale Hybride "Solaire-Gaz" SPPI de Hassi R'mel. - 2014.
- Srivastva U, Malhotra R.K et Kaushik S.C** Review of heat transport properties of solar heat transfer fluids [Article] // Journal of Thermal Analysis and Calorimetry. - 2017. - A : Vol. 130. - pp. 605-621.
- Styles D, O'Brien K et Jones M** A quantitative integrated assessment of pollution prevention achieved by Integrated Pollution Prevention and Control licensing [Article] // Environment International. - 2009. - 8 : Vol. 35. - pp. 1177-87.
- Sutter F [et al.]** Modelling of optical durability of enhanced aluminum solar reflectors. [Article] // Solar Energy Materials and Solar Cells. - 2012. - Vol. 107. - pp. 37–45..
- Takilalte A** La production de l'électricité à base des CSP en Algérie : réalité et perspectives [Article] // Bulletin des énergies renouvelables. - 2014. - 30.
- Terkmani M** Le retard énorme mais bénéfique du projet algérien des énergies renouvelables [Article] // ElWatan. - 23 Mai 2021.
- Toppin-Hector A et Singh H** Development of a nano-heat transfer fluid carrying direct absorbing receiver for concentrating solar collectors [Article] // International Journal of Low-Carbon Technologies. - 2016. - 2 : Vol. 11. - pp. 199–204.
- Tur M., Dargent T et Brosse S** Dispositif concentrateur d'énergie solaire pour véhicule spatial et panneau générateur solaire [Brevet] : EP 1 326 287 A1. - 2003.
- UNECA** Nations Unies, Commission Economique pour l'Afrique // Le secteur de production des énergies renouvelables en Afrique du Nord : situation actuelle et perspectives, Addis Abeba. - 2011.
- US Agency of Environmental Protection** An In-depth Look at the United Kingdom Integrated Permitting System [Rapport]. - Washington DC : US Environmental Protection Agency Office of Policy, Economics & Innovation, 2008.
- Vongsetskul T, Prakulpawong P et Sirisomboon P** Graphene Oxide-Loaded Shortening as an Environmentally friendly heat transfer fluid with high thermal conductivity [Article] // Thermal Science. - 2017. - 5 : Vol. 21. - pp. 2247-2254.
- Wette J [et al.]** Comparison of Degradation on Aluminum Reflectors for Solar Collectors due to Outdoor Exposure and Accelerated Aging [Article] // Energies journal. - 2016. - Vol. 11. - pp. 1-16.

Zarker K.A et Kerr R.L Pollution prevention through performance-based initiatives and regulation in the Unites States. [Article] // Journal of Cleaner Production. - 2008. - Vol. 16. - pp. 673- 685..

ANNEXE 1

Questionnaire relatif au « SGER »

Centrale SPPI de Hassi R'mel

Les tableaux de la grille suivante présentent les résultats de l'examen du système de gestion de l'environnement et des risques « SGER » de la centrale électrique hybride (solaire-gaz) de Hassi R'mel au sud algérien.

L'évaluation a été réalisée à l'aide d'un questionnaire dans lequel les questions ont été classées selon plusieurs catégories.

La classification des mesures par niveau de maîtrise est présentée dans la même grille du questionnaire. Un code de couleurs a été utilisé pour faciliter la lecture de la grille et pour aider le lecteur à développer une idée initiale sur les résultats de l'examen du SGER.

→ *Le code de couleurs utilisé :*



Classe A : Bonne maîtrise (Conforme aux exigences des BREFs)



Classe B : Bonne maîtrise (Conforme aux exigences de la réglementation

Algérienne)



Classe C : Maîtrise moyenne



Classe D : Maîtrise insuffisante



Classe E : Maîtrise très insuffisante



Classe F : Aucune maîtrise

Catégorie I : Réduction et minimisation des impacts atmosphériques. (NC : non concerné) -1-								
Mesure		Référence		Est-ce que l'industriel possède cette mesure ?				Spécificités et justification
Q	R	BREF	Réglementation Algérienne	Oui	Non	Projet en cours	NC	
Est -ce que cette installation a été conçue construite et exploitée de manière à éviter prévenir ou réduire ,à la source , les rejets atmosphérique qui ne doivent pas déposer les limites d'émissions fixées par la réglementation ?			Décret exécutif N° : 06-138 du 15/04/2006 Art. 4 : Des prescriptions techniques relatives aux rejets atmosphériques.	B				
Est-ce que les rejets atmosphériques de la centrale sont identifiés et captés aussi près que possible de leur source d'émission ?	Les cheminées sont équipées d'un système de mesure en continu (IR400)		Décret exécutif N° : 06-138 du 15/04/2006 Art. 5	D				Les rejets atmosphériques sont identifiés mais ils ne sont pas traités
Est-ce que la centrale possède des installations de traitement ?si oui, est-ce qu'elles sont conçues, exploitées et entretenues de minimum les durées d'indisponibilités pendant les quelles elles ne peuvent assurer pleinement leur fonction			De N° : 06-138 du 15/04/2006 Art. 7		F			
Est-ce que des dispositions sont prises en cas de dépassement des VL ?			Décret exécutif N° : 06-138 du 15/04/2006 Art. 7	C				Arrêt partiel de l'unité pour révision pour la mise en conformité des VLE

Catégorie I : Réduction et minimisation des impacts atmosphériques -2-								
<i>Mesure</i>		<i>Référence</i>		<i>Est -ce que l'industriel possède cette mesure ?</i>				<i>Spécificités et justification</i>
<i>Q</i>	<i>R</i>	<i>BREF</i>	<i>Réglementation Algérienne</i>	<i>Oui</i>	<i>Non</i>	<i>Projet en cours</i>	<i>NC</i>	
Est-ce que la réduction ou même l'arrêt-si besoin- des activités concernées par le dépassement des limites d'émissions, est envisagée ?			DE N° : 06-138 du 15/04/2006 Art. 7	C				Arrêt partiel des activités concernées
Est-ce que les informations portant sur : la nature, la quantité des émissions, le lieu de rejet, les mesures de réduction....etc, sont transmises et communiquées aux autorités compétentes ?	Un rapport environnementale annuel est préparé et transmis au maitre de l'ouvrage pou fins de communication à : la wilaya de Laghouat et le MATE		DE N° : 06-138 du 15/04/2006 Art. 10	B				
Est-ce que les exploitants de l'installation possèdent un registre où sont consignés la date et les résultats des analyses qu'ils effectuent selon des modalités fixées par arrêté du ministre chargé de l'environnement et, le cas échéant, par arrêté conjoint avec le ministre chargé du secteur concerné ?			DE N° : 06-138 du 15-04-2006 Art.11	B				

Les résultats des analyses sont ils mis à la disposition des services de contrôle habilités ?			DE N° : 06-138 15/04/2006 Art.12	B				
Est-ce que les services habilités effectuent des contrôles périodiques visant à s'assurer de leur conformité aux valeurs limites fixées en annexe du DE N° 06-138 ?			DE N° : 06-138 du 15/04/2006 Art. 13	D				-Contrôles non réguliers - Visites dans un cadre global.
Catégorie I : Réduction et minimisation des impacts atmosphériques. -3-								
<i>Mesure</i>		<i>Référence</i>		<i>Est -ce que l'industriel possède cette mesure ?</i>				<i>Spécificités et justification</i>
<i>Q</i>	<i>R</i>	<i>BREF</i>	<i>Réglementation Algérienne</i>	<i>Oui</i>	<i>Non</i>	<i>Projet en cours</i>	<i>NC</i>	
Est-ce que dans la centrale, on utilise un combustible ayant une faible teneur en soufre, en azote, en carbone et en mercure....etc.		BREF « GIC » & 3.1.1		A				Utilisation du gaz naturel : faible teneur en soufre.
Est-ce que dans la centrale, on prend des mesures primaires pour la réduction des émissions atmosphériques ?si oui, quelles sont ces mesures ?	-Utilisation de brûleurs bas NOx. -Recirculation des fumées.	BREF « GIC » & 3.1		C				
Est-ce que la centrale possède des mesures secondaires pour la réduction des émissions atmosphériques ? si oui, lesquelles ?		BREF « GIC »			D			

Est-ce que des mesures sont prises pour la réduction des émissions de poussières et de particules dans la centrale ? si oui, quelles sont ces mesures ?			DE N° : 06-138 du 15/04/2006	B				
Est-ce que les poussières de combustible contenues dans le gaz naturel sont éliminées à l'eau sur le site ?		BREF « GIC » & 7.1.7.1			C			Elimination par des filtres
Est-ce qu'il y a des mesures pour l'élimination du soufre lié au combustible dans le gaz naturel ? si oui ?, est-ce que cette mesure consiste à l'élimination à l'eau sur site ?		BREF « GIC » & 7.1.7.2			X Info			Utilisation de gaz naturel ayant une faible teneur en soufre
Catégorie I : Réduction et minimisation des impacts atmosphériques. -4-								
Mesure		Référence		Est-ce que l'industriel possède cette mesure ?				Spécificités et justification
Q ?	R	BREF	Réglementation Algérienne	Oui	Non	Projet en cours	NC	
Est-ce qu'il existe des mesures pour la réduction des émissions de NOX, liées au fonctionnement de la centrale ? si oui, lesquelles ?	Analyse des fumées uniquement		DE N° : 06-138 du 15/04/2006		X Info			
Est-ce que les brûleurs utilisés dans la centrale sont du type « bas NOx » (plus spécifiquement, voie sèche) ? si non, quel est leur type ?		BREF « GIC » & 7.1.7.3.2		A				

Est que la mesure d'injection d'eau ou de vapeur est utilisée dans la centrale pour la réduction des émissions de NO _x ?		BREF « GIC » & 7.1.7.3.1			F			Faibles quantités de Nox
Est-ce que la technique de réduction de réduction sélective catalytique (SCR) avec de l'ammoniac ou de l'urée en présence d'un catalyseur est utilisée pour la réduction des NOX ?		BREF « GIC » & 7.1.7.3.3			F			
Est -ce que les chaudières et les systèmes de combustion sont conçus pour une combustion à bas NOX ?		BREF « GIC » & 7.1.9			A			
Est-ce que toutes les conditions permettant d'obtenir des émissions faibles de NOX telles que : une température faible dans la première zone de combustion et un temps de séjour suffisant des gaz de combustion dans le foyer pour une combustion complète, sont fournies et surveillées en continu ?		BREF « GIC » & 7.1.9			A			
Est –ce que la recirculation des fumées est utilisée comme méthode pour la réduction des NOX ?		BREF « GIC » & 7.1.9			A			

Catégorie I : Réduction et minimisation des impacts atmosphériques. -5-								
<i>Mesure</i>		<i>Référence</i>		<i>Est -ce que l'industriel possède cette mesure ?</i>				<i>Spécificités et justification</i>
<i>Q ?</i>	<i>R</i>	<i>BREF</i>	<i>Réglementation Algérienne</i>	<i>Oui</i>	<i>Non</i>	<i>Projet en cours</i>	<i>NC</i>	
Est- ce que la combustion est faite en 2 ou 3 étages (moyen pour réduire la réaction entre l'oxygène et l'azote de l'air au cours du procédé de combustion) ?		BREF « GIC » & 7.1.9		A				
Est-ce que la désulfuration des fucacées est prévue dans la centrale ?							X	Utilisation de gaz naturel traité (sans soufre)
Est –ce que des techniques sont utilisées pour éliminer le CO2 des fumées émis par le procès de la centrale ?si oui, lesquelles ?					X Info			Faible dégagement de CO2
Est –ce le gaz naturel est préchauffé avant qu'il n'alimente les chambres de combustion ou les brûleurs ?	Des chaudières à gaz sont installées à cet effet	BREF « GIC » & 7.5.2		A				Mesure pour minimiser les émissions des NOx.
Dans le cas où les installations de traitement des rejets atmosphériques sont en panne, est-ce qu'une conduite d'évacuation est utilisée ?est-ce que les autorités compétentes sont informées dans ce cas ?			DE N° :06-138 du 15/04/2006		F			

Catégorie II : Contrôle et minimisation des rejets liquides des (protections du sol et sous-sol). -1-								
<i>Mesure</i>		<i>Référence</i>		<i>Est-ce que l'industriel possède cette mesure ?</i>				<i>Spécificités et justification</i>
<i>Q ?</i>	<i>R</i>	<i>BREF</i>	<i>Réglementation Algérienne</i>	<i>Oui</i>	<i>Non</i>	<i>Projet en cours</i>	<i>NC</i>	
Les rejets liquides de l'installation (eaux usées, effluents liquides.....etc.) sont ils traités sur site ?			DE N° 93-162 Du 10-07-93	B				Les différents effluents de la centrale sont conduits à l'unité de traitement des effluents (PTE) avant d'être rejetés dans le bassin d'évaporation
Quelles sont les méthodes de traitement des rejets liquides adaptées dans la centrale ?	1-Les effluents sont conduits à la PTE 2-Ils sont jetés dans le bassin d'homogénéisation, pour mesurer la qualité de l'eau (PH,T°,turbidité...etc) 3-l'eau analysée va être jetée dans le bassin d'évaporation. 4-Récupérer les films de liquides saturés en impureté.		DE N° 93-162 Du 10-07-93	X Info				
Les installations de traitement des effluents liquides sont-elles conçues, exploitées et entretenues de manière à réduire à leur minimum les durées d'indisponibilité pendant lesquelles elles ne peuvent assurer pleinement leur fonction ?			DE N° : 06-141 du 19-04-2006 Art. 5	C				Le bassin d'évaporation n'est pas conforme à la réglementation. -mise en conformité du bassin : projet en cours

Est-ce qu'un arrêt des activités, est envisagé dans le cas de dépassement des valeurs limites imposées avec indisponibilité des installations de traitement ?			DE N° : 06-141 du 19-04-2006 Art. 5	C				Arrêt partiel
Catégorie II : Contrôle et minimisation des rejets liquides des (protections du sol et sous-sol).-2-								
<i>Mesure</i>		<i>Référence</i>		<i>Est - ce que l'industriel Possède cette mesure ?</i>				<i>Spécificités et justification</i>
<i>Q ?</i>	<i>R</i>	<i>BREF</i>	<i>Réglementation Algérienne</i>	<i>Oui</i>	<i>Non</i>	<i>Projet en cours</i>	<i>NC</i>	
Est-ce- que l'exploitant de la centrale possède un registre où sont enregistrés les dates, et les résultats des analyses effectués ?			DE N° : 06-141 du 19-04-2006 Art. 6	B				
Est-ce que les résultats des analyses sont mis à la disposition des services de contrôle habilités ?			DE N° : 06-141 du 19-04-2006 Art. 7	B				
Est-ce des mesures sont prises pour la réduction et minimisation des émissions des eaux résiduaires ? Si oui, quelles sont ces mesures ?					X Info			Le climat chaud ne favorise pas ces émissions
Est-ce que les rejets liquides de la centrale sont soumis à autorisation des autorités compétentes ?			DE N° : 93-160 du 10-07-1993 Art. 3		F			Situé dans le périmètre de sécurité de l'unité

Est-ce que les différents paramètres relatifs aux rejets liquides de la centrale, tels que : la quantité, le PH la toxicité, le degré de pollution....etc, sont mesurés et contrôlés régulièrement ?			DE N° : 93-160 du 10-07-1993	C				
Les rejets liquides de la centrale, sont-ils conformes aux valeurs limites fixées par la loi algérienne ?			DE N° : 93-160 DE N° : 93-161 du 10-07-1993	B				
Catégorie II : Contrôle et minimisation des rejets liquides des (protections du sol et sous-sol). -3-								
<i>Mesure</i>		<i>Référence</i>		<i>Est -ce que l'industriel possède cette mesure ?</i>				<i>Spécificités et justification</i>
<i>Q ?</i>	<i>R</i>	<i>BREF</i>	<i>Réglementation Algérienne</i>	<i>Oui</i>	<i>Non</i>	<i>Projet en cours</i>	<i>NC</i>	
Est-ce que des mesures sont prévues, en cas de dépassement de ces valeurs limites ? si oui, lesquelles ?			DE N° : 93-160 DE N° : 93-161 du 10-07-1993	C				
Est-ce que des contrôles prévus des rejets liquides sont effectués par des inspecteurs de l'environnement ?			DE N° : 93-160 du 10-07-1993 Art . 16		D			Par les services compétents de l'unité (HSE)
Est-ce que analyses effectuées dans le cadre de contrôle des rejets liquides de la centrale sont conforme aux normes Algérienne ?			DE N° : 93-160 du 10-07-1993 Art . 22	B				
Est-ce que la centrale a été conçue, construite et exploitée de manière à ce que ses rejets d'effluents liquides ne dépassent pas à la sortie de l'installation les valeurs limites des rejets définies par la loi ?			DE N° : 06-141 du 19-04-2006 Art. 4	B				

Est-ce que la centrale est dotée d'un dispositif de traitement approprié de manière à limiter la charge de pollution rejetée ?			DE N° : 06-141 du 19-04-2006 Art. 4		C			
Est-ce que toutes les eaux usées issues de la centrale sont évacuées rapidement afin d'éviter la stagnation qui peut donner naissance à des nuisances ?			Loi N° : 83-17 Du 16-07-1983 Portant code des eaux Titre V Ch. II Art.84	B				Les eaux domestiques sont acheminées vers la STEP Les eaux d'exploitation vers le bassin d'homogénéisation
Catégorie II : Contrôle et minimisation des rejets liquides des (protections du sol et sous-sol). -4-								
<i>Mesure</i>		<i>Référence</i>		<i>Est - ce que l'industriel possède cette mesure ?</i>				<i>Spécificités et justification</i>
<i>Q ?</i>	<i>R</i>	<i>BREF</i>	<i>Réglementation Algérienne</i>	<i>Oui</i>	<i>Non</i>	<i>Projet en cours</i>	<i>NC</i>	
Est-ce que les eaux résiduaires issues du fonctionnement des différentes installations de la centrale sont prétraitées avant leur rejet ? Si oui, quelles sont les méthodes de traitement ?	Les eaux sont conduites vers une cuve de décantation ensuite à un séparateur d'huiles.		Loi N° : 83-17 Du 16-07-1983 Titre V Ch. II Art.89	B				
Est-ce que la séparation des matières solides, liquides ou gazeuses des eaux usées industrielles se fait sur site ?			Loi N° : 83-17 Du 16-07-1983 Titre V Ch. II Art.90	B				

Est-ce que toutes les mesures sont prises pour la protection des sols, y compris les travaux d'assainissement et de drainage, selon les dispositions de la loi en vigueur ?	Le drainage se fait par caniveaux en béton ou évacuation par tubes à HP vers les stations de relevage.		Loi N° : 83-17 Du 16-07-1983 Titre V Ch. III Art.92	B				
Est-ce que les rejets d'effluents, les déversements ou les dépôts de matières de toute nature ;ne présentant pas de risque de toxicité ou de nuisances pour les eaux souterraines sont soumis à autorisation avant leur rejet ?			Loi N° : 2005-12 Du 4-08-2005 Titre III Ch. 4 Art.44		C			Ces mesures sont observées par le service spécialisé de l'unité
Catégorie II : Contrôle et minimisation des rejets liquides des (protections du sol et sous-sol). -5-								
Mesure		Référence		Est - ce que l'industriel possède cette mesure ?				Spécificités et justification
Q ?	R	BREF	Réglementation Algérienne	Oui	Nom	Projet en cours	NC	
Est-ce que les rejets des eaux usées et les déversements de la centrale sont réglementaires ?			Loi N° : 2005-12 Du 4-08-2005 Titre III Ch. 4 Art.46	B				Ils répondent au cahier des charges du maitre de l'ouvrage.
Est-ce qu'un inventaire périodique du degré de pollution des eaux usées ainsi que des contrôles des caractéristiques des eaux de déversement ou de rejet sont effectués conformément aux dispositions de la loi ?			Loi N° : 2005-12 Du 4-08-2005 Titre III Ch. 4 Art.49-50	B				

Est-ce que le mode de circulation des eaux résiduaires vers les différents composants de la station d'épuration est : par gravité ?	Par pompage	BREF « GIC » & 3.10			C			
Est-ce que l'eau utilisée dans le procès est prétraitée avant d'entrer dans les différentes zones de la centrale ?		BREF « GIC » & 3.10.1		A				Une station de traitement existe pour éliminer toutes les impuretés de l'eau
Si oui, les prétraitements effectués comportent ils l'adoucissement et la déminéralisation ?					C			Uniquement la déminéralisation
Si oui, les eaux usées provenant de l'installation de l'adoucissement sont –elles recyclées dans le procédé ?							X	
Catégorie II : Contrôle et minimisation des rejets liquides des (protections du sol et sous-sol). -6-								
<i>Mesure</i>		<i>Référence</i>		<i>Est - ce que l'industriel possède cette mesure ?</i>				<i>Spécificités et justification</i>
<i>Q ?</i>	<i>R</i>	<i>BREF</i>	<i>Réglementation Algérienne</i>	<i>Oui</i>	<i>Non</i>	<i>Projet en cours</i>	<i>NC</i>	
Les huiles usagées (lubrifiants) sont-elles collectées et traitées par un sous - traitant autorisé ?		BREF « GIC » & 3.10.5		A				Par une entreprise spécialisée.
Les eaux usées spéciales destinées au transport pour traitement par un sous-traitant autorisé sont-elles collectées d'une manière à éviter leur déversement ainsi que la contamination des sols et pollution des eaux souterraines ?		BREF GIC & 3.10.6		A				

Les eaux d'extinction sont-elles bien gérées ? Quels sont les modes de gestion de ces eaux ?	Réseau incendie avec motopompe et des bâches à eau.	BREF GIC		D			
Est-ce que les eaux d'extinction sont collectées par les systèmes de drainage, stockées dans des cuvettes de rétention et traitées ?		BREF « GIC » & 3.10.6			F		
Est-ce que la réduction de la consommation en eau en optimisant le recyclage des différents rejets dans l'installation est l'une de vos préoccupations ?		BREF GIC		A			Economie de l'eau
Est-ce que des mesures sont prises afin d'éviter la contamination des eaux de pluie ? si oui lesquelles ?		BREF « GIC » & 3.10.7			C		Les circuits d'eau potable et l'eau d'incendie sont étanches.
Comment sont tractées les eaux de ruissellement ?		BREF « GIC » & 3.10.7			C		Faible pluviométrie

Catégorie III : Sécurité-risque-incendie. -01-								
<i>Mesure</i>		<i>Référence</i>		<i>Est-ce que l'industriel possède cette mesure ?</i>				<i>Spécificités et justification</i>
<i>Q ?</i>	<i>R</i>	<i>BREF</i>	<i>Réglementation Algérienne</i>	<i>Oui</i>	<i>Non</i>	<i>Projet en cours</i>	<i>NC</i>	
Avez-vous défini et mis en œuvre toutes les consignes de sécurité ?				X Info				
Est-ce que toutes les mesures de prévention des risques pouvant apparaître dans votre installation sont prises et sont conformes aux dispositions de la réglementation Algérienne en matière de prévention des risques industriels ?	Sensibilisation du personnel, Protection individuelle et collective, Signalisation des zones à risques...etc.			X Info				
Est-ce que les techniques et les équipements utilisés pour la protection des biens et du personnel, en cas d'accident, sont des techniques nouvelles et qui présentent une efficacité meilleure que les techniques conventionnelles ?	Sécurité intégrée pour les équipements Sécurité appliquée pour le personnel Application du code de prescriptions Electricité et gaz.			X Info				
Y a-t-il eu des accidents ou des anomalies ?				X Info				
Y a-t-il des produits chimiques inflammables ?				X Info				

Est-ce qu'il y a un stockage de ce type de produits sur site ?				X Info				
Utilisez-vous des produits chimiques dangereux figurant dans la liste des produits soumis à autorisation ?			DE N° : 03-451 du 1^{er} -12-2003 Art-2		X Info			
Catégorie III : Sécurité-risque-incendie. -02-								
Mesure		Référence		Est-ce que l'industriel possède cette mesure ?				Spécificités et justification
Q ?	R	BREF	Réglementation Algérienne	Oui	Non	Projet en cours	NC	
Est-ce que toutes les précautions nécessaires pour le stockage des produits, matières, ou préparations dangereuses sont prises afin de préserver les travailleurs, les biens et l'environnement, des risques qui s'y rattachent ? Ces précautions sont-elles conformes aux règles et aux normes en la matière ?			DE N° : 05-08 du 08-01-2005 Art. 8	B				
Est-ce que les quantités des substances et produits dangereux utilisés dans votre centrale sont strictement limités aux quantités quotidiennement nécessaires ?			DE N° : 05-08 du 08-01-2005 Art.11	B				
Les travailleurs exposés à ces substances, sont-ils soumis à une surveillance médicale régulière ?			DE N° : 05-08 du 08-01-2005 Art.12	B				

Des contrôles périodiques sont ils effectués pour le contrôle des limites tolérées des substances toxiques dans l'atmosphère de travail conformément aux normes en la matière ?			DE N° : 05-08- du 08-01-2005 Art.12	C				
Catégorie III : Sécurité-risque-incendie. -03-								
<i>Mesure</i>		<i>Référence</i>		<i>Est- ce que l'industriel possède cette mesure ?</i>				<i>Spécificités et justification</i>
<i>Q ?</i>	<i>R</i>	<i>BREF</i>	<i>Réglementation Algérienne</i>	<i>Oui</i>	<i>Non</i>	<i>Projet en cours</i>	<i>NC</i>	
Les fiches des substances et produits dangereux ainsi que les registres d'hygiène et sécurité et médecine de travail sont-ils rédigés et remplis régulièrement et tenus à jour ?			DE N° : 05-08 du 08-01-2005 Art.12	B				
Existe-il des substances radioactives et explosives ?	Substances explosives comme le propane		DE N° : 05-08 du 08-01-2005 Art.15	X info				
Leur manipulation est-elle conforme à la réglementation en vigueur.				B				
Dans quel domaine de tension déterminé par la loi Algérienne entre votre centrale ?	Domaine Haute Tension (HT)		DE N° : 01-342 du 28-10-2001 Ch.II Art.4	X Info				
L'installation est-elle conçue et établie en fonction de la tension qui détermine son domaine ?			DE N° : 01-342 du 28-10-2001 Ch.III Art.5	B				

Est-ce que la centrale a été conçue et établie en vue de présenter et de conserver un niveau d'isolement approprié à la sécurité des personnes et à la prévention des incendies et des explosions ?			DE N° : 01-342 du 28-10-2001 Ch. III Art.5	B				
Les différentes installations de la centrale présentent-elles une solidité mécanique en rapport avec les risques de détérioration aux quels, elles peuvent être exposées ?			DE N° : 01-342 Ch.III Art.5	B				
Catégorie III : Sécurité-risque-incendie. -04-								
<i>Mesure</i>		<i>Référence</i>		<i>Est - ce que l'industriel Possède cette mesure ?</i>				<i>Spécificités et justification</i>
<i>Q ?</i>	<i>R</i>	<i>BREF</i>	<i>Réglementation Algérienne</i>	<i>Oui</i>	<i>Non</i>	<i>Projet en cours</i>	<i>NC</i>	
La centrale en général avec tous les équipements et matériels électriques, sont-ils constitués de telle façon qu'en aucun point le courant qui les traverse en service normal ne puisse échauffer dangereusement les conducteurs, les isolants ou les objets placés à proximité ?			DE N° : 01-342 Ch. III Art.5	B				
Les conducteurs de protection sont-ils différenciés des autres conducteurs ?			DE N° : 01-342 Ch. III Art.6	B				

Existe-il dans la centrale des installations soumises à des tensions de natures ou des domaines différents ?	Domaines de tensions distingués par gamme de tension		DE N° : 01-342- Ch.III Art.6	X Info				BT : pour l'éclairage MT : excitation des générateurs, démarrage des pompes HT : production
Est-ce que les différentes installations et matériels électrique de la centrale sont conformes aux conditions de fonctionnement en toute sécurité et aux dispositions de la réglementation en vigueur ?	Sécurité intégrée + habilitation du personnel intervenant		DE N° : 01-342- Ch. III	B				
Est-ce que toutes les parties actives sont mises hors de la portée des travailleurs dans les emplacements de travail ?			DE N° :01-342 Du 28-10-2001 Ch. IV Art.24	B				Parties actives protégées
Si la réponse à la Q précédente est « oui », la mise hors de la portée des travailleurs est assurée par le seul éloignement des parties actives par interposition d'obstacles efficaces ou par isolation?	Par tous ces moyens Ainsi que par signalisation de présence de ces parties		DE N° :01-342 Du 28.10.2001 Ch. IV Art .25 Art. 26 Art. 27	B				
Est-ce que les locaux de travail réservés à la production, la conversion ou la distribution de l'électricité, et les locaux où la présence des parties actives accessibles résulte d'une nécessité technique inhérente au principe de fonctionnement des matériels sont clairement délimités et bien désignés ?			DE N° : 01-342 Du 28-10-2001 Ch. IV Art. 34 Art. 35	B				

Est-ce que l'accès à ces locaux ou emplacements de travail est soumis à une autorisation donnée par le service concerné, et uniquement aux personnes averties des risques électriques ?			DE N° :01-342 Du 28-10-2001 CH. IV Art. 35	B				Habilitation électrique
Catégorie III : Sécurité-risque-incendie. -5-								
<i>Mesure</i>		<i>Référence</i>		<i>Est- ce que l'industriel Possède cette mesure ?</i>				<i>Spécificités et justification</i>
<i>Q ?</i>	<i>R</i>	<i>BREF</i>	<i>Réglementation Algérienne</i>	<i>Oui</i>	<i>Non</i>	<i>Projet en cours</i>	<i>NC</i>	
Les travaux effectués dans ces locaux, sont-ils effectués dans les conditions et les règles de sécurité, conformément à la loi ?				X Info				
Est-ce que des pancartes sont affichées sur les portes ou dans les passages qui permettent d'accéder à ces locaux de travail, et qui signalent l'existence de parties actives non protégées et interdisent l'accès à toutes personne non autorisée ?			DE N° : 01-342 Du 28-10-2001 Ch. IV Art. 37	B				

<p>Comment est réalisée la protection contre les risques de contact indirect dans les installations de la centrale alimentées par du courant alternatif ? En associant la mise à la terre des masses à des dispositifs de coupure automatique de l'alimentation ou par isolation renforcée. ou autres ?</p>	<p>Par isolation renforcée</p>		<p>DE N° :01-342 Du 28-10-2001 Ch. V Art.40</p>	<p>B</p>				
<p>Est-ce que des dispositions sont prises pour éviter que le matériel électrique, du fait de l'élévation normale de sa température, nuise aux objets qui sont dans son voisinage, ou risque de provoquer des brûlures aux travailleurs ?</p>			<p>DE N° : 01-342 Du 28-10-2001 Ch. VI Art. 55</p>	<p>B</p>				

Catégorie III : Sécurité-risque-incendie. -6-								
<i>Mesure</i>		<i>Référence</i>		<i>Est- ce que l'industriel Possède cette mesure ?</i>				<i>Spécificités et justification</i>
<i>Q ?</i>	<i>R</i>	<i>BREF</i>	<i>Réglementation Algérienne</i>	<i>Oui</i>	<i>Non</i>	<i>Projet en cours</i>	<i>NC</i>	
Est-ce que les matériels sont capables de supporter, sans dommage pour les personnes et sans perte de leur aptitude à la fonction de sécurité, les effets mécaniques et thermiques produits par toute surintensité ?			DE N° :01-342 Du 28-10-2001 Ch. VI Art.55	B				
Est-ce les raccordements des canalisations entre-elles et avec les appareils sont établis de manière à ne provoquer aucun excès d'échauffement local et sont facilement vérifiables ?			DE N° : 01-342 Du 28-10-2001 Ch. VI Art : 55	B				
Est-ce que des extincteurs appropriés quant à leur nombre, à leur capacité et à la nature des produits qu'ils renferment ainsi que des installations d'extinction sont placés dans ou a proximité des locaux où il existe des installations électriques ? Est-ce qu'ils (les extincteurs et les installations d'extinction) sont révisés périodiquement et maintenus en bon état de fonctionnement ?	Une opération de recharge et de vérification s'effectue tous les six mois.		DE N° :01-342 Du 28-10-2001 Ch.VI Art.57	B				

Catégorie III : Sécurité-risque-incendie. -7-								
<i>Mesure</i>		<i>Référence</i>		<i>Est-ce que l'industriel Possède cette mesure ?</i>				<i>Spécificités et justification</i>
<i>Q ?</i>	<i>R</i>	<i>BREF</i>	<i>Réglementation Algérienne</i>	<i>Oui</i>	<i>Non</i>	<i>Projet en cours</i>	<i>NC</i>	
Est-ce que les canalisations et matériels électriques sont conçus et installés de telle sorte que leur contact accidentel avec des matières susceptibles de prendre feu au contact d'une flamme ou d'une étincelle et de propager rapidement l'incendie soit évité ?			DE N° :01-342 Du 28-10-2001 Ch. VI Art.58	B				
Est-ce qu'il y a présence de poussières inflammables qui risquent de provoquer un incendie ?			DE N° :01-342 Du 28-10-2001 Ch. VI Art.58	X Info				
Si oui, est-ce que des mesures sont prises pour lutter contre leur pénétration dans les enveloppes du matériel électrique ?				B				Enveloppes du matériel étanches Chose prise en considération par le constructeur (dès la conception)
Est-ce que les parties actives non isolées sont suffisamment éloignées des matériels combustibles ou protégées par des enveloppes s'opposant à la propagation d'un incendie ?	Les parties où se trouve le combustible sont protégées et sécurisées par des protections anti-incendie		DE N° :01-342 Du 28-10-2001 Ch. VI Art. 58	B				
Est-ce qu'il y a présence de matériel ou passage de canalisations étrangères au fonctionnement du matériel et canalisation dans les emplacements électriques ?			DE N° :01-342 Du 28-10-2001 Ch. VI Art.58		X Info			

Catégorie III : Sécurité-risque-incendie. -8-								
<i>Mesure</i>		<i>Référence</i>		<i>Est-ce que l'industriel Possède cette mesure ?</i>				<i>Spécificités et justification</i>
<i>Q ?</i>	<i>R</i>	<i>BREF</i>	<i>Réglementation Algérienne</i>	<i>Oui</i>	<i>Non</i>	<i>Projet en cours</i>	<i>NC</i>	
Est-ce que le matériel électrique dont le fonctionnement provoque des arcs ou des étincelles ou l'incandescence d'éléments, est inclus dans des enveloppes appropriées ?	Dans des cellules protégées		DE N° :01-342 Du 28-10-2001 Ch. VI Art.58	B				
Est-ce qu'il y a un risque d'explosion dans des zones où il y a présence d'installations ou matériels électriques ?				X Info				Explosion de disjoncteur
Si oui ? Est-ce que toutes les mesures sont prises dans ces zones afin d'éviter ce risque ?				X Info				Réglage des protections électriques
Est-ce que les emplacements électriques sont réduits dans les zones où il y a risque d'explosion, à ce qui est nécessaire aux besoins de l'exploitation ?			DE N° :01-342 Du 28-10-2001 Ch. VI Art.59	B				
Est-ce que ces emplacements ou matériels (présents dans des zones à risque d'explosion) sont conçus et réalisés de façon à ne pas être une cause possible d'inflammation des atmosphères explosives ?			DE N° :01-342 Du 28-10-2001 Ch. VI Art.59	B				

Catégorie III : Sécurité-risque-incendie. -9-								
<i>Mesure</i>		<i>Référence</i>		<i>Est - ce que l'industriel possède cette mesure ?</i>				<i>Spécificités et justification</i>
<i>Q ?</i>	<i>R</i>	<i>BREF</i>	<i>Réglementation Algérienne</i>	<i>Oui</i>	<i>Non</i>	<i>Projet en cours</i>	<i>NC</i>	
Est-ce que les canalisations électriques utilisées sont de type retardateur de flamme ?			DE N° :01-342 Du 28-10-2001 Ch. VI Art.58	B				Un système de détection incendie avec alarmes est installé
Est-ce que les prescriptions de sécurité sont effectivement appliquées et souvent rappeler par tous moyens appropriés ?	Par formation et sensibilisation		DE N° :01-342 Du 28-10-2001 Ch. VII Art.59	B				
Est-ce que les installations électriques (matériels et emplacements) sont soumises à une surveillance qui est opérée fréquemment et régulièrement donnant lieu à la réparation des défauts et anomalies constatées ?			DE N° :01-342 Du 28-10-2001 Ch.VII Art.62	B				
La surveillance est-elle conforme à la disposition de la réglementation ?			DE N° :01-342 Du 28-10-2001 Ch. VII Art.62	B				
Est-ce qu'il y a eu des accidents, incendies ou explosions dans le site de travail ?				X Info				
Si oui, est-ce qu'il y a eu des dégâts matériels et humains ?				X Info				Dégâts matériels non important

Catégorie III : Sécurité-risque-incendie. -10-								
<i>Mesure</i>		<i>Référence</i>		<i>Est-ce que l'industriel possède cette mesure ?</i>				<i>Spécificités et justification</i>
<i>Q ?</i>	<i>R</i>	<i>BREF</i>	<i>Réglementation Algérienne</i>	<i>Oui</i>	<i>Non</i>	<i>Projet en cours</i>	<i>NC</i>	
L'éloignement des matières combustibles par rapport aux matériels électriques dissipant de l'énergie calorifique est-il assuré et contrôlé régulièrement afin d'éviter tout risque d'explosion ou incendie ?			DE N° :01-342 Du 28-10-2001 Ch. VII Art.62	B				
Est- ce que les installations et matériels électriques sont vérifiés périodiquement ?			DE N° :01-342 Du 28-10-2001 Ch. VII Art.68	B				
Est-ce que ces vérifications font l'objet de rapports détaillés, précisant les points où les installations s'écartent des dispositions de la réglementation ?			DE N° :01-342 Du 28-10-2001 Ch. VII Art.69	B				

Catégorie IV : Contrôle et réduction du bruit et des odeurs. -01-								
<i>Mesure</i>		<i>Référence</i>		<i>Est-ce que l'industriel possède cette mesure ?</i>				<i>Spécificités et justification</i>
<i>Q ?</i>	<i>R</i>	<i>BREF</i>	<i>Réglementation Algérienne</i>	<i>Oui</i>	<i>Non</i>	<i>Projet en cours</i>	<i>NC</i>	
Est-ce que les niveaux de bruit des machines, appareils, moteurs.....etc. sont inférieurs aux valeurs limites fixées par la loi ?			DE N° : 93-184 Du 27-07-1993 réglementant l'émission des bruits		D			Les résultats de l'évaluation du niveau sonore montrent qu'il dépasse les valeurs limites.
Est-ce que ces niveaux sont mesurés régulièrement dans la centrale ?			DE N° : 93-184 du 27-07-1993 Art. 5	B				A l'aide d'un sonomètre mis à la disposition du service sécurité (HSE)
Si la réponse à la Q précédente est « oui » est-ce que les méthodes de caractérisation et de mesurage des bruits sont effectuées conformément aux normes Algériennes ?				B				
Est-ce que des dispositifs d'insonorisation sont mis en place, en cas de dépassement des valeurs limites du bruit fixées par la loi, dans des points spécifiques dans la centrale ?			DE N° : 93-184 Du 27-07-1993 Art. 6	B				Révision des machines et équipements
Est-ce que le bruit est pris en considération dans l'exploitation de la centrale ainsi que dans sa construction ?			DE N° : 93-184 Du 27-07-1993	B				

Catégorie IV : Contrôle et réduction du bruit et des odeurs. -2-								
<i>Mesure</i>		<i>Référence</i>		<i>Est - ce que l'industriel possède cette mesure ?</i>				<i>Spécificités et justification</i>
<i>Q ?</i>	<i>R</i>	<i>BREF</i>	<i>Réglementation Algérienne</i>	<i>Oui</i>	<i>Non</i>	<i>Projet en cours</i>	<i>NC</i>	
Est-ce que les moteurs à explosion ou à combustion interne, les groupes électrogènes, les compresseurs...etc. sont munis de dispositifs d'insonorisation ou d'atténuation de bruit ?			DE N° : 93-184 du 27-07-1993 Art. 9	C				
Est-ce que les turbines à gaz, la turbine à vapeur et les générateurs sont disposés dans des enceintes ?		BREF « GIC » & 7.1.11		A				
Est-ce que les ventilateurs utilisés sont plus silencieux ?		BREF « GIC » & 7.1.11			C			
Est-ce que les pompes d'alimentation des chaudières sont disposées dans des enceintes ?		BREF « GIC » & 7.1.11		A				
Est-ce qu'une station de pompage est construite autour des pompes pour la circulation de l'eau de refroidissement ?		BREF « GIC » & 7.1.11			C			
Est-ce que le système de refroidissement est de type système d'eau de refroidissement à passage unique ou de type tours de refroidissement ?	Des aérocondenseurs	BREF « GIC » & 7.1.11			C			Système de refroidissement en circuit fermé (Système de refroidissement à l'air)

Catégorie IV : Contrôle et réduction du bruit et des odeurs. -3-								
<i>Mesure</i>		<i>Référence</i>		<i>Est-ce que l'industriel possède cette mesure ?</i>				<i>Spécificités et justification</i>
<i>Q ?</i>	<i>R</i>	<i>BREF</i>	<i>Réglementation Algérienne</i>	<i>Oui</i>	<i>Non</i>	<i>Projet en cours</i>	<i>NC</i>	
Si la réponse à la question précédente est « tours de refroidissement » est-ce que les ventilateurs utilisés sont peu bruyants ?		BREF « GIC » & 7.1.11					X	
Est-ce qu'un doublage est ajouté à la structure de support de la turbine à gaz ?		BREF « GIC » & 7.1.11			C			
Est-ce qu'il y a des mesures pour la minimisation des odeurs dans la centrale (site de travail et base de vie) ?	Etanchéité des regards des eaux usées dans la Base de Vie			X Info				

Catégorie V : Réduction et minimisation des impacts des déchets.-01-								
<i>Mesure</i>		<i>Référence</i>		<i>Est-ce que l'industriel possède cette mesure ?</i>				<i>Spécificités et justification</i>
<i>Q ?</i>	<i>R</i>	<i>BREF</i>	<i>Réglementation Algérienne</i>	<i>Oui</i>	<i>Non</i>	<i>Projet en cours</i>	<i>NC</i>	
Quels sont les types de déchets éliminés sur site ?							X	Uniquement la séparation et le stockage (déchets ferreux)
Quels sont les modes d'élimination des déchets adoptés dans votre centrale ?	1-séparation des déchets à la source 2-surveillance et mesure des données sur les déchets 3-tous les déchets sont gérés dans la zone de stockage et de séparation des déchets (ZAD) 4-élimination finale par un sous-traitant agréé							
L'élimination des déchets est-elle assurée de façon écologiquement rationnelle, conformément aux dispositions de la loi en vigueur ?			Loi N° : 01-19 Du 12-12-2001 Titre I Ch. II Art.8.	B				
Est-ce que la centrale génère des déchets spéciaux qui nécessitent un traitement spécial ?				X Info				Les impuretés récupérées par la filtration du gaz naturel
Où et comment sont traités les déchets spéciaux générés par les différents procédés de la centrale ?	Par un sous-traitant agréé							
Est-ce qu'un plan de gestion des déchets générés par les procédés de la centrale est établi par le service concerné ?			Loi N° : 01-19 Du 12-12-2001	B				

Est-ce que les instructions de ce plan sont appliquées et respectées ?			Loi N° : 01-19 Du 12-12-2001	C				
Est-ce que le tri des déchets est effectué selon les instructions de la loi réglementant la gestion des déchets ?			Loi N° : 01-19 Du 12-12-2001	B				
Catégorie V : Réduction et minimisation des impacts des déchets. -2-								
<i>Mesure</i>		<i>Référence</i>		<i>Est - ce que l'industriel possède cette mesure ?</i>				<i>Spécificités et justification</i>
<i>Q ?</i>	<i>R</i>	<i>BREF</i>	<i>Réglementation Algérienne</i>	<i>Oui</i>	<i>Non</i>	<i>Projet en cours</i>	<i>NC</i>	
Est-ce que le traitement des déchets spéciaux dangereux est confié à une installation autorisée ?			Loi N° : 01-19 Du 12-12-2001 Titre II Ch. I Art. 19	B				
Est-ce que les informations relatives à la nature, la quantité et aux caractéristiques des déchets spéciaux dangereux sont déclarées au ministre chargé de l'environnement ?			Loi N° : 01-19 Du 12-12-2001 Titre II Ch. I Art. 21	B				
Les déclarations, les autorisations de transport des déchets sont-elles rédigées, révisées et signées régulièrement et conformément à la loi en vigueur ?			Loi N° : 01-19 Du 12-12-2001 Titre II	B				

Catégorie VI : formation et information des travailleurs. -01-								
<i>Mesure</i>		<i>Référence</i>		<i>Est-ce que l'industriel possède cette mesure ?</i>				<i>Spécificités et justification</i>
<i>Q ?</i>	<i>R</i>	<i>BREF</i>	<i>Réglementation Algérienne</i>	<i>Oui</i>	<i>Non</i>	<i>Projet en cours</i>	<i>NC</i>	
Est-ce que des actions d'instruction d'information et de formation sont organisées au profit des travailleurs sur les risques liés à leur travail ainsi que les mesures à prendre et les moyens à mettre en œuvre pour se protéger ?			DE N° : 02-427 Du 07-12-2002 Ch. I Art .3	B				
Est-ce que ces actions sont entretenues dans les conditions fixées par la réglementation en vigueur ?			Loi N° : 02-427 Du 07-12-2001	B				
Est-ce que les travailleurs possèdent une formation suffisante leur permettant de connaître et de mettre en application les prescriptions de sécurité à respecter pour éviter le danger dus à l'électricité dans l'exécution des tâches qui leur sont confiées ?			DE N° :01-342 Du 28-10-2001 Ch. VII Art-61	C				
Est-ce que le personnel est formé en matière d'administration soins aux victimes d'accidents électriques ?			DE N° : 01-342 Du 10-28-2001 Ch. VIII Art .72	B				

Catégorie VI : formation et information des travailleurs. -02-								
<i>Mesure</i>		<i>Référence</i>		<i>Est-ce que l'industriel possède cette mesure ?</i>				<i>Spécificités et justification</i>
<i>Q ?</i>	<i>R</i>	<i>BREF</i>	<i>Réglementation Algérienne</i>	<i>Oui</i>	<i>Non</i>	<i>Projet en cours</i>	<i>NC</i>	
Est-ce que des actions de formation sont organisées en matière de protection de l'environnement ?				X Info				Entrant dans le cadre de formation HSE
Les travailleurs sont-ils informés et formés aux risques liés à la manipulation des substances ou produits ou préparations dangereuses et des mesures à prendre pour se protéger ?			DE N° :05-08 Du 08-01-2005 Art. 12	B				

Catégorie VII : Gestion de l'environnement (système de management environnemental). -01-								
Mesure		Référence		Est- ce que l'industriel possède cette mesure ?				Spécificités et justification
Q ?	R	BREF	Réglementation Algérienne	Oui	Non	Projet en cours	NC	
Le système de management environnemental (SME) établi par la direction de la centrale contient-il tous les éléments suivants ? : « Mettez S.V.P le signe « V » devant les éléments figurant dans votre « SME »	1-Définition d'une politique environnementale 2-Planification et définition des objectifs et des cibles. 3-Mise en œuvre et application des procédures. 4-Vérification et action corrective. 5-Analyse du management. 6-Préparation d'une déclaration d'environnement standard. 7-Validation par un organisme de certification ou un vérificateur externe du SME. 8-Considération de conception pour le dé commissionnement de l'installation en fin de vie. 9-Développement des technologies plus propres. 10-Analyse comparative.	BREF « GIC » & 3.15		C				
Est-ce qu'en plus des éléments cités précédemment, le SME établi par votre direction contient les éléments suivants :	1-l'engagement de la direction pour une application réussie des autres caractéristiques de l'SME. 2-la mise en œuvre des procédures en faisant particulièrement attention à : *structure et responsabilités *formation, conscience et compétence. *communication *implication des employés	BREF « GIC » & 3.15.1		C				

	<ul style="list-style-type: none">*documentation*contrôle de procédés efficace.*programme de maintenance*état de préparation pour les cas d'urgence et réactivité*conformité à la législation sur la protection de l'environnement							
Est-ce que l'impact environnemental de l'éventuel dé-commissionnement de l'unité a été pris en considération au cours de la phase de conception ?		BREF « GIC » & 3.15.1		A				

Catégorie VIII : Efficacité énergétique. -01-								
<i>Mesure</i>		<i>Référence</i>		<i>Est- ce que l'industriel possède cette mesure ?</i>				<i>Spécificités et justification</i>
<i>Q ?</i>	<i>R</i>	<i>BREF</i>	<i>Réglementation Algérienne</i>	<i>Oui</i>	<i>Non</i>	<i>Projet en cours</i>	<i>NC</i>	
Est-ce que la direction de la centrale à mis en œuvre un système de management de l'efficacité énergétique(SM2E) qui intègre, en s'adaptant aux circonstances particulières, la totalité, des éléments d'un système de management (voir catégorie VII) ?		BREF (Efficacité énergétique) & 4.2.1		C				
Est-ce qu'au sein de votre installation, vous maintenez un équilibre entre la consommation d'énergie, de matières premières et d'eau, et les émissions ?		BREF (Efficacité énergétique) & 4.2.2.1		C				Régulation assurée par la systématique
Est-ce que les aspects de votre centrale qui ont une influence sur l'efficacité énergétique sont identifiés à l'aide d'un audit ?		BREF (EE) & 4.2.2.2		A				
Est-ce que des méthodes et outils appropriés sont utilisés pour faciliter la mise en évidence et possibilités d'économies d'énergie ?		BREF (EE) & 4.2.2.2		C				

Catégorie VIII : Efficacité énergétique. -02-								
<i>Mesure</i>		<i>Référence</i>		<i>Est - ce que l'industriel possède cette mesure ?</i>				<i>Spécificités et justification</i>
<i>Q ?</i>	<i>R</i>	<i>BREF</i>	<i>Réglementation Algérienne</i>	<i>Oui</i>	<i>Non</i>	<i>Projet en cours</i>	<i>NC</i>	
Est-ce que les opportunités d'optimisation d'énergie au sein de l'installation, et entre ses systèmes, sont présentes ?		BREF (EE) & 4.2.2.2		C				Par la présentation des rapports lors des réunions trimestrielles au niveau de la direction générale
Est-ce qu'une approche systémique du management de l'énergie est établie afin d'optimiser l'efficacité énergétique ?		BREF (EE) & 4.2.2.3		A				
Est-ce que des comparaisons systématiques et régulières par rapport à des référentiels, nationaux ou régionaux sont réalisées ?		BREF (EE) & 4.2.2.5		A				
Est-ce que des indicateurs d'efficacité énergétique appropriés pour votre centrale sont établis ?		BREF (EE) & 4.2.2.4		A				
Est-ce que l'efficacité énergétique a été prise en compte lors de la conception de la centrale ?		BREF (EE) & 4.2.3		A				
Est-ce que la bonne maîtrise des procédés de la centrale est assurée ?		BREF (EE) & 4.2.7		A				

Catégorie VIII : Efficacité énergétique. -03-								
<i>Mesure</i>		<i>Référence</i>		<i>Est – ce que l’industriel possède cette mesure ?</i>				<i>Spécificités et justification</i>
<i>Q ?</i>	<i>R</i>	<i>BREF</i>	<i>Réglementation Algérienne</i>	<i>Oui</i>	<i>Non</i>	<i>Projet en cours</i>	<i>NC</i>	
Est-ce que l’optimisation de l’efficacité énergétique est considérée en phase d’exploitation ?		BREF (EE) & 4.2.3		A				
Est-ce que des procédures documentés sont établies et maintenues pour surveiller et mesurer régulièrement les principales caractéristiques des opérations qui peuvent avoir un impact significatif sur l’efficacité énergétique ?		BREF (EE) & 4.2.9		C				
Est-ce que la combustion est optimisée ainsi que son rendement énergétique ?		BREF (EE) & 4.3.1		A				
Est-ce que l’utilisation d’une turbine de détente pour récupérer le contenu énergétique des gaz présente l’une des mesures utilisées pour l’optimisation de la combustion ?		BREF (EE) & 4.3.1 BREF GIC & 7.1.1 & 7.1.2 & 7.4.1 & 7.5.1		A				

Catégorie VIII : Efficacité énergétique. -04-								
<i>Mesure</i>		<i>Référence</i>		<i>Est – ce que l'industriel possède cette mesure ?</i>				<i>Spécificités et justification</i>
<i>Q ?</i>	<i>R</i>	<i>BREF</i>	<i>Réglementation Algérienne</i>	<i>Oui</i>	<i>Non</i>	<i>Projet en cours</i>	<i>NC</i>	
Est-ce que des systèmes de contrôle informatisés avancés des conditions de combustion pour réduction des émissions et augmentation des performances de la chaudière et la turbine sont utilisés ?		BREF (EE) & 4.3.1 BREF « GIC » &7.4.2 &7.5.2		A				
Est-ce que la mesure d'excès d'air faible est appliquée dans les brûleurs ? (Réduction du débit massique des gaz de combustion par une réduction de l'excès d'air).		BREF (EE) & 4.3.1 BREF « GIC » & 7.4.3		A				
Est-ce que le préchauffage d'air de combustion est appliqué ? (Réduction de la température des effluents gazeux).		BREF (EE) & 4.3.1		A				
Est-ce que l'efficacité des échangeurs est maintenue par :- une surveillance périodique de l'efficacité- la prévention de l'encrassement ou le nettoyage ?		BREF (EE) & 4.3.3		A				

Catégorie VIII : Efficacité énergétique. -05-								
<i>Mesure</i>		<i>Référence</i>		<i>Est – ce que l'industriel possède cette mesure ?</i>				<i>Spécificités et justification</i>
<i>Q ?</i>	<i>R</i>	<i>BREF</i>	<i>Réglementation Algérienne</i>	<i>Oui</i>	<i>Non</i>	<i>Projet en cours</i>	<i>NC</i>	
Est-ce que les possibilités de cogénération sont recherchées au sein de la centrale ?		BREF (EE) & 4.3.4		C				
Est-ce que l'optimisation de l'alimentation électrique est prise en compte ? (Techniques d'amélioration de l'efficacité énergétique pour les alimentations électriques) ?		BREF (EE) & 4.3.5		C				
Est-ce que les moteurs utilisés sont des moteurs à haut rendement ?		BREF (EE) & 4.3.6		A				
Si non, est-ce que leur remplacement est envisagé ?		BREF (EE) & 4.3.6					X	
Est-ce que des techniques sont appliquées afin d'optimiser les systèmes de pompage (économiser l'énergie consommé par les systèmes de pompage) ?		BREF (EE) & 4.3.8			D			
Est-ce que des techniques appropriées sont appliquées afin d'optimiser les systèmes de chauffage, ventilation et climatisation ?		BREF (EE) & 4.3.9		A				

Catégorie VIII : Efficacité énergétique. -06-								
<i>Mesure</i>		<i>Référence</i>		<i>Est - ce que l'industriel possède cette mesure ?</i>				<i>Spécificités et justification</i>
<i>Q ?</i>	<i>R</i>	<i>BREF</i>	<i>Réglementation Algérienne</i>	<i>Oui</i>	<i>Non</i>	<i>Projet en cours</i>	<i>NC</i>	
Est-ce que des techniques sont appliquées afin d'optimiser les systèmes d'éclairage artificiel ?		BREF (EE) & 4.3.10		C				
Est-ce que l'espace et les activités sont planifiés et bien gérés afin d'optimiser l'utilisation de la lumière naturelle ?		BREF (EE) & 4.3.10		C				

ANNEXE 2

Questionnaire relatif au « SGER » Centrale de Ain Djasser - Batna

Les tableaux de la grille suivante présentent les résultats de l'examen du système de gestion de l'environnement et des risques « SGER » de la centrale électrique (100% gaz) de Ain Djasser-Batna.

La même méthode « L-BAT » et le même code de couleur utilisé précédemment pour l'évaluation du SGER de la centrale de Hassi R'mel ont été utilisé pour le cas de la centrale de Ain Djasser.

Catégorie I : Réduction et minimisation des impacts atmosphériques. (NC : non concerné) -1-								
<i>Mesure</i>		<i>Référence</i>		<i>Est-ce que l'industriel Possède cette mesure ?.</i>				<i>Spécificités et justification.</i>
<i>Q</i>	<i>R</i>	<i>BREF</i>	<i>Réglementation Algérienne</i>	<i>Oui</i>	<i>Non</i>	<i>Projet en cours</i>	<i>NC</i>	
Est -ce que cette installation a été conçu construite et exploitée de manière à éviter prévenir ou réduire ,à la source , les rejets atmosphérique qui ne doivent pas déposer les limites d'émissions fixées par la réglementation ?			Décret exécutif N° : 06-138 du 15/04/2006 Art. 4 : Des prescriptions techniques relatives aux rejets atmosphériques.	B				
Est-ce que les rejets atmosphériques de la centrale sont identifiés et captés aussi près que possible de leur source d'émission ?			Décret exécutif N° : 06-138 du 15/04/2006 Art. 5	C				Les émissions sont très faibles
Est-ce que la centrale possède des installations de traitement ?si oui, est-ce qu'elles sont conçues, exploitées et entretenues de minimum les durées d'indisponibilités pendant lesquelles elles ne peuvent assurer pleinement leur fonction			De N° : 06-138 du 15/04/2006 Art. 7		F			
Est-ce que des dispositions sont prises en cas de dépassement des VL ?			Décret exécutif N° : 06-138 du 15/04/2006 Art. 7		D			
Est-ce que la réduction ou même l'arrêt-si besoin- des activités concernées par le dépassement des limites d'émissions, est envisagée ?			DE N° : 06-138 du 15/04/2006 Art. 7		F			

Catégorie I : Réduction et minimisation des impacts atmosphériques-2-								
<i>Mesure</i>		<i>Référence</i>		<i>Est -ce que l'industriel Possède cette mesure ?</i>				<i>Spécificités et justification.</i>
<i>Q</i>	<i>R</i>	<i>BREF</i>	<i>Réglementation Algérienne</i>	<i>Oui</i>	<i>Non</i>	<i>Projet en cours</i>	<i>NC</i>	
Est-ce que les informations portant sur : la nature, la quantité des émissions, le lieu de rejet, les mesures de réduction...etc, sont transmises et communiquées aux autorités compétentes ?			De N° : 06-138 du 15/04/2006 Art. 10		F			
Est-ce que les exploitants de l'installation possèdent un registre où sont consignés la date et les résultats des analyses qu'ils effectuent selon des modalités fixées par arrêté du ministre chargé de l'environnement et, le cas échéant, par arrêté conjoint avec le ministre chargé du secteur concerné ?			De N° : 06-138 du 15-04-2006 Art.11	B				
Les résultats des analyses sont ils mis à la disposition des services de contrôle habilités ?			De N° : 06-138 15/04/2006 Art.12		F			
Est-ce que les services habilités effectuent des contrôles périodiques visant à s'assurer de leur conformité aux valeurs limites fixées en annexe du DE N° 06-138 ?			DE N° : 06-138 du 15/04/2006 Art.13	E				

Catégorie I : Réduction et minimisation des impacts atmosphériques.-3-								
<i>Mesure</i>		<i>Référence</i>		<i>Est -ce que l'industriel Possède cette mesure ?</i>				<i>Spécificités et justification.</i>
<i>Q</i>	<i>R</i>	<i>BREF</i>	<i>Réglementation Algérienne</i>	<i>Oui</i>	<i>Non</i>	<i>Projet en cours</i>	<i>NC</i>	
Est-ce que dans la centrale, on utilise un combustible ayant une faible teneur en soufre, en azote, en carbone et en mercure....etc.		BREF « GIC » & 3.1.1		A				Utilisation du gaz naturel traité (faible teneur en Nox)
Est-ce que dans la centrale, on prend des mesures primaires pour la réduction des émissions atmosphériques ?si oui, quelles sont ces mesures ?	Utilisation de gaz naturel traité Préchauffage du gaz avant son entrée dans la turbine.	BREF « GIC » & 3.1		A				
Est-ce que la centrale possède des mesures secondaires pour la réduction des émissions atmosphériques ? si oui, lesquelles ?	Les turbines à gaz sont dotée de la technologie des brûleurs dits” Dry Low Nox” “DLN”	BREF « GIC »		A				Lorsque la centrale fonctionnera à l'aide du combustible de secours (fioul), une injection d'eau déminéralisée dans les chambres de combustion des turbine pour abaisser la T° de la flamme et réduire la formation des Nox
Est-ce que des mesures sont prises pour la réduction des émissions de poussières et de particules dans la centrale ?si oui, quelles sont ces mesures ?			DE N° : 06-138 du 15/04/2006		F			
Est-ce que les poussières de combustible contenues dans le gaz naturel sont éliminées à l'eau sur le site ?		BREF « GIC » & 7.1.7.1			F			
Est-ce qu'il y a des mesures pour l'élimination du soufre lié au combustible dans le gaz naturel ? si oui ?, est-ce que cette mesure consiste à l'élimination à l'eau sur site ?		BREF « GIC » & 7.1.7.2					X	

Catégorie I : Réduction et minimisation des impacts atmosphériques.-4-								
<i>Mesure</i>		<i>Référence</i>		<i>Est-ce que l'industriel Possède cette mesure ?</i>				<i>Spécificités et justification.</i>
<i>Q ?</i>	<i>R</i>	<i>BREF</i>	<i>Réglementation Algérienne</i>	<i>Oui</i>	<i>Non</i>	<i>Projet en cours</i>	<i>NC</i>	
Est-ce qu'il existe des mesures pour la réduction des émissions de NOX, liées au fonctionnement de la centrale ? si oui, lesquelles ?			DE N° : 06-138 du 15/04/2006	B				
Est-ce que les brûleurs utilisés dans la centrale sont du type « bas NOx » (plus spécifiquement, voie sèche) ? si non, quel est leur type?		BREF « GIC » & 7.1.7.3.2		A				
Est ce que la mesure d'injection d'eau ou de vapeur est utilisée dans la centrale pour la réduction des émissions de NO _x ?		BREF « GIC » & 7.1.7.3.1		A				
Est-ce que la technique de réduction sélective catalytique (SCR) avec de l'ammoniac ou de l'urée en présence d'un catalyseur est utilisée pour la réduction des NOX ?		BREF « GIC » & 7.1.7.3.3			D			Les émissions attendues sont très faibles
Est -ce que les chaudières et les systèmes de combustion sont conçus pour une combustion à bas NOX ?		BREF « GIC » & 7.1.9		A				
Est-ce que toutes les conditions permettant d'obtenir des émissions faibles de NOX telles que : une température faible dans la première zone de combustion et un temps de séjour suffisant des gaz de combustion dans le foyer pour une combustion complète, sont fournies et surveillées en continu ?		BREF « GIC » & 7.1.9		A				

Catégorie I : Réduction et minimisation des impacts atmosphériques.-5-								
<i>Mesure</i>		<i>Référence</i>		<i>Est : ce que l'industriel Possède cette mesure ?</i>				<i>Spécificités et justification.</i>
<i>Q ?</i>	<i>R</i>	<i>BREF</i>	<i>Réglementation Algérienne</i>	<i>Oui</i>	<i>Non</i>	<i>Projet en cours</i>	<i>NC</i>	
Est –ce que la recirculation des fumées est utilisée comme méthode pour la réduction des NOX ?		BREF « GIC » & 7.1.9			F			
Est- ce que la combustion est faite en 2 ou 3 étages (moyen pour réduire la réaction entre l'oxygène et l'azote de l'air au cours du procédé de combustion) ?		BREF « GIC » & 7.1.9			F			
Est-ce que la désulfuration des fucacées est prévue dans la centrale ?							X	
Est –ce que des techniques sont utilisées pour éliminer le CO2 des fumées émis par le procès de la centrale ?si oui, lesquelles ?					X info			
Est –ce le gaz naturel est préchauffé avant qu'il n'alimente les chambres de combustion ou les brûleurs ?		BREF « GIC » & 7.5.2		A				
Dans le cas où les installations de traitement des rejets atmosphériques sont en panne, est-ce qu'une conduite d'évacuation est utilisée ?Est-ce que les autorités compétentes sont informées dans ce cas ?			DE N° :06-138 du 15/04/2006		F			

Catégorie II : Contrôle et minimisation des rejets liquides des (protections du sol et sous-sol). -1-								
Mesure		Référence		Est-ce que l'industriel Possède cette mesure ?				Spécificités et justification.
Q ?	R	BREF	Réglementation Algérienne	Oui	Non	Projet en cours	NC	
Les rejets liquides de l'installation (eaux usées, effluents liquides.....etc.) sont ils traités sur site ?			DE N° 93-162 Du 10-07-93	D				Les rejets sont uniquement collectés sur site. Le traitement se fait ailleurs.
Quelles sont les méthodes de traitement des rejets liquides adaptées dans la centrale ?	1-Les effluents sont conduits à la PTE 2-Ils sont jetés dans le bassin d'homogénéisation, pour mesurer la qualité de l'eau (PH,T°,turbidité...etc) 3-l'eau analysée va être jetée dans le bassin d'évaporation. 4-Récupérer les films de liquides saturés en impureté.		DE N° 93-162 Du 10-07-93					
Les installations de traitement des effluents liquides sont-elles conçues, exploitées et entretenues de manière à réduire à leur minimum les durées d'indisponibilité pendant lesquelles elles ne peuvent assurer pleinement leur fonction ?			DE N° : 06-141 du 19-04-2006 Art. 5	D				

Catégorie II : Contrôle et minimisation des rejets liquides des (protections du sol et sous-sol).-2-								
<i>Mesure</i>		<i>Référence</i>	<i>Est - ce que l'industriel Possède cette mesure ?</i>				<i>Spécificités et justification.</i>	
<i>Q ?</i>	<i>R</i>	<i>BREF</i>	<i>Réglementation Algérienne</i>	<i>Oui</i>	<i>Non</i>	<i>Projet en cours</i>		<i>NC</i>
Est-ce qu'un arrêt des activités, est envisagé dans le cas de dépassement des valeurs limites imposées avec indisponibilité des installations de traitement ?			DE N° : 06-141 du 19-04-2006 Art. 5		F			
Est-ce- que l'exploitant de la centrale possède un registre où sont enregistrés les dates, et les résultats des analyses effectués ?			DE N° : 06-141 du 19-04-2006 Art. 6		F			
Est-ce que les résultats des analyses sont mis à la disposition des services de contrôle habilités ?			DE N° : 06-141 du 19-04-2006 Art. 7		F			
Est-ce des mesures sont prises pour la réduction et minimisation des émissions des eaux résiduaires ? Si oui, quelles sont ces mesures ?				C				
Est-ce que les rejets liquides de la centrale sont soumis à autorisation des autorités compétentes ?			DE N° : 93-160 du 10-07-1993 Art. 3	E				
Est-ce que les différents paramètres relatifs aux rejets liquides de la centrale, tels que : la quantité, le PH la toxicité, le degré de pollution...etc, sont mesurés et contrôlés régulièrement ?			DE N° : 93-160 du 10-07-1993	B				

Catégorie II : Contrôle et minimisation des rejets liquides des (protections du sol et sous-sol).-3-								
<i>Mesure</i>		<i>Référence</i>		<i>Est-ce que l'industriel Possède cette mesure ?</i>				<i>Spécifiés et justification.</i>
<i>Q ?</i>	<i>R</i>	<i>BREF</i>	<i>Réglementation Algérienne</i>	<i>Oui</i>	<i>Non</i>	<i>Projet en cours</i>	<i>NC</i>	
Les rejets liquides de la centrale, sont-ils conformes aux valeurs limites fixées par la loi algérienne ?			DE N° : 93-160 DE N° : 93-161 du 10-07-1993	B				
Est-ce que des mesures sont prévues, en cas de dépassement de ces valeurs limites ? si oui, lesquelles ?			DE N° : 93-160 DE N° : 93-161 du 10-07-1993		F			
Est-ce que des contrôles prévus des rejets liquides sont effectués par des inspecteurs de l'environnement ?			DE N° : 93-160 du 10-07-1993 Art . 16		F			
Est-ce que les effectuées dans le cadre de contrôle des rejets liquides de la centrale sont conforme aux normes Algérienne ?			DE N° : 93-160 du 10-07-1993 Art . 22		F			
Est-ce que la centrale a été conçue, construite et exploitée de manière à ce que ses rejets d'effluents liquides ne dépassent pas à la sortie de l'installation les valeurs limites des rejets définies par la loi ?			DE N° : 06-141 du 19-04-2006 Art. 4	C				
Est-ce que la centrale est dotée d'un dispositif de traitement approprié de manière à limiter la charge de pollution rejetée ?			DE N° : 06-141 du 19-04-2006 Art. 4		F			
Est-ce que toutes les eaux usées issues de la centrale sont évacuées rapidement afin d'éviter la stagnation qui Peut donner naissance à des nuisances ?			Loi N° : 83-17 Du 16-07-1983 Portant code des eaux Titre V Ch. II Art.84	B				

Catégorie II : Contrôle et minimisation des rejets liquides des (protections du sol et sous-sol).-4-								
<i>Mesure</i>		<i>Référence</i>		<i>Est - ce que l'industriel Possède cette mesure ?</i>				<i>Spécificités et justification</i>
<i>Q ?</i>	<i>R</i>	<i>BREF</i>	<i>Réglementation Algérienne</i>	<i>Oui</i>	<i>Non</i>	<i>Projet en cours</i>	<i>NC</i>	
Est-ce que les eaux résiduaires issues du fonctionnement des différentes installations de la centrale sont prétraitées avant leur rejet ? Si oui, quelles sont les méthodes de traitement ?	-collection Et évaporation		Loi N° : 83-17 Du 16-07-1983 Titre V Ch. II Art.89	C				
Est-ce que la séparation des matières solides, liquides ou gazeuses des eaux usées industrielles se fait sur site			Loi N° : 83-17 Du 16-07-1983 Titre V Ch. II Art.90		F			
Est-ce que toutes les mesures sont prises pour la protection des sols, y compris les travaux d'assainissement et de drainage, selon les dispositions de la loi en vigueur ?			Loi N° : 83-17 Du 16-07-1983 Titre V Ch. III Art.92	B				
Est-ce que les rejets d'effluents, les déversements ou les dépôts de matières de toute nature ;ne présentant pas de risque de toxicité ou de nuisances pour les eaux souterraines sont soumis à autorisation avant leur rejet ?			Loi N° : 2005-12 Du 4-08-2005 Titre III Ch. 4 Art.44	B				

Catégorie II : Contrôle et minimisation des rejets liquides des (protections du sol et sous-sol). -5-								
<i>Mesure</i>		<i>Référence</i>		<i>Est - ce que l'industriel Possède cette mesure ?</i>				<i>Spécificités et justification</i>
<i>Q ?</i>	<i>R</i>	<i>BREF</i>	<i>Réglementation Algérienne</i>	<i>Oui</i>	<i>Non</i>	<i>Projet en cours</i>	<i>NC</i>	
Est-ce que les rejets des eaux usées et les déversements de la centrale sont réglementaires ?			Loi N° : 2005-12 Du 4-08-2005 Titre III Ch. 4 Art.46	B				Ils répondent au cahier des charges du maitre de l'ouvrage.
Est-ce qu'un inventaire périodique du degré de pollution des eaux usées ainsi que des contrôles des caractéristiques des eaux de déversement ou de rejet sont effectués conformément aux dispositions de la loi ?			Loi N° : 2005-12 Du 4-08-2005 Titre III Ch. 4 Art.49-50	C				
Est-ce que le mode de circulation des eaux résiduaires vers les différents composants de la station d'épuration est :par gravité ?		BREF « GIC » & 3.10		A				
Est-ce que l'eau utilisée dans le process est prétraitée avant d'entrer dans les différentes zones de la centrale ?		BREF « GIC » & 3.10.1		A				
Si oui, les prétraitements effectués comportent ils l'adoucissement et la déminéralisation ?			A					
Si oui, les eaux usées provenant de l'installation de l'adoucissement sont –elles recyclées dans le procédé ?			A					

Catégorie II : Contrôle et minimisation des rejets liquides des (protections du sol et sous-sol). -6-								
<i>Mesure</i>		<i>Référence</i>		<i>Est - ce que l'industriel Possède cette mesure ?</i>				<i>Spécificités et justification.</i>
<i>Q ?</i>	<i>R</i>	<i>BREF</i>	<i>Réglementation Algérienne</i>	<i>Oui</i>	<i>Non</i>	<i>Projet en cours</i>	<i>NC</i>	
Les huiles usagées (lubrifiants) sont-elles collectées et traitées par un sous-traitant autorisé ?		BREF « GIC » & 3.10.5			F			
Les eaux usées spéciales destinées au transport pour traitement par un sous-traitant autorisé sont-elles collectées d'une manière à éviter leur déversement ainsi que la contamination des sols et pollution des eaux souterraines ?		BREF GIC & 3.10.6		C				
Les eaux d'extinction sont-elles bien gérées ? Quels sont les modes de gestion de ces eaux ?		BREF GIC		A				
Est-ce que les eaux d'extinction sont collectées par les systèmes de drainage, stockées dans des cuvettes de rétention et traitées ?		BREF « GIC » & 3.10.6		A				
Est-ce que la réduction de la consommation en eau en optimisant le recyclage des différents rejets dans l'installation est l'une de vos préoccupations ?		BREF GIC			F			
Est-ce que des mesures sont prises afin d'éviter la contamination des eaux de pluie ? si oui lesquelles ?		BREF « GIC » & 3.10.7		C				
Comment sont tractées les eaux de ruissellement ?	Elles sont collectées dans des cuvettes	BREF « GIC » & 3.10.7						

Catégorie III : Sécurité-risque-incendie. -1-								
<i>Mesure</i>		<i>Référence</i>		<i>Est-ce que l'industriel Possède cette mesure ?</i>				<i>Spécificités et justification.</i>
<i>Q ?</i>	<i>R</i>	<i>BREF</i>	<i>Réglementation Algérienne</i>	<i>Oui</i>	<i>Non</i>	<i>Projet en cours</i>	<i>NC</i>	
Avez-vous défini et mis en œuvre toutes les consignes de sécurité ?				X				
Est-ce que toutes les mesures de prévention des risques pouvant apparaître dans votre installation sont prises et sont conformes aux dispositions de la réglementation Algérienne en matière de prévention des risques industriels ?				X				
Est-ce que les techniques et les équipements utilisés pour la protection des biens et du personnel, en cas d'accident, sont des techniques nouvelles et qui présentent une efficacité meilleure que les techniques conventionnelles ?				X				
Y a-t-il eu des accidents ou des anomalies ?				X				Il y a eu des incidents mais sans grande gravité
Y a-t-il des produits chimiques inflammables ?				X				
Est-ce qu'il y a un stockage de ce type de produits sur site ?				X				
Utilisez-vous des produits chimiques dangereux figurant dans la liste des produits soumis à autorisation ?			DE N° : 03-451 du 1^{er} -12-2003 Art-2	X				

Catégorie III : Sécurité-risque-incendie. -02-								
<i>Mesure</i>		<i>Référence</i>		<i>Est-ce que l'industriel Possède cette mesure ?</i>				<i>Spécificités et justification.</i>
<i>Q ?</i>	<i>R</i>	<i>BREF</i>	<i>Réglementation Algérienne</i>	<i>Oui</i>	<i>Non</i>	<i>Projet en cours</i>	<i>NC</i>	
Est-ce que toutes les précautions nécessaires pour le stockage des produits, matières, ou préparations dangereuses sont prises afin de préserver les travailleurs, les biens et l'environnement, des risques qui s'y rattachent ? Ces précautions sont-elles conformes aux règles et aux normes en la matière ?			DE N° : 05-08 du 08-01-2005 Art. 8	B				
Est-ce que les quantités des substances et produits dangereux utilisés dans votre centrale sont strictement limités aux quantités quotidiennement nécessaires ?			DE N° : 05-08 du 08-01-2005 Art.11	B				
Les travailleurs exposés à ces substances, sont-ils soumis à une surveillance médicale régulière ?			DE N° : 05-08 du 08-01-2005 Art.12	B				Surveillance annuelle
Des contrôles périodiques sont ils effectués pour le contrôle des limites tolérées des substances toxiques dans l'atmosphère de travail conformément aux normes en la matière ?			DE N° : 05-08- du 08-01-2005 Art.12		F			

Catégorie III : Sécurité-risque-incendie.-03-								<i>Spécificités et justification</i>
<i>Mesure</i>		<i>Référence</i>	<i>Est - ce que l'industriel Possède cette mesure ?</i>					
<i>Q ?</i>	<i>R</i>	<i>BREF</i>	<i>Réglementation Algérienne</i>	<i>Oui</i>	<i>Non</i>	<i>Projet en cours</i>	<i>NC</i>	
Les fiches des substances et produits dangereux ainsi que les registres d'hygiène et sécurité et médecine de travail sont-ils rédigés et remplis régulièrement et tenus à jour ?			DE N° : 05-08 du 08-01-2005 Art.12	B				
Existe-il des substances radioactives et explosives ?			DE N° : 05-08 du 08-01-2005 Art.15	X				
Leur manipulation est-elle conforme à la réglementation en vigueur.				B				
Dans quel domaine de tension déterminé par la loi Algérienne entre votre centrale ?	HT		DE N° : 01-342 du 28-10-2001 Ch.II Art.4					
L'installation est-elle conçue et établie en fonction de la tension qui détermine son domaine ?			DE N° : 01-342 du 28-10-2001 Ch.III Art.5	B				
Est-ce que la centrale a été conçue et établie en vue de présenter et de conserver un niveau d'isolement approprié à la sécurité des personnes et à la prévention des incendies et des explosions ?			DE N° : 01-342 du 28-10-2001 Ch. III Art.5	B				
Les différentes installations de la centrale présentent-elles une solidité mécanique en rapport avec les risques de détérioration aux quels, elles peuvent être exposées ?			DE N° : 01-342 Ch.III Art.5	B				

Catégorie III : Sécurité-risque-incendie. -04-								
<i>Mesure</i>		<i>Référence</i>		<i>Est – ce que l'industriel Possède cette mesure ?</i>				<i>Spécificités et justification.</i>
<i>Q ?</i>	<i>R</i>	<i>BREF</i>	<i>Réglementation Algérienne</i>	<i>Oui</i>	<i>Non</i>	<i>Projet en cours</i>	<i>NC</i>	
La centrale en général avec tous les équipements et matériel électriques, sont-ils constitués de telle façon qu'en aucun point le courant qui les traverse en service normal ne puisse échauffer dangereusement les conducteurs, les isolants ou les objets placés à proximité ?			DE N° : 01-342 Ch. III Art.5	B				
Les conducteurs de protection sont-ils différenciés des autres conducteurs ?			DE N° : 01-342 Ch. III Art.6	B				
Existe-il dans la centrale des installations soumises à des tensions de natures ou des domaines différents ?			DE N° : 01-342- Ch.III Art.6	X				
Est-ce que les différentes installations et matériels électrique de la centrale sont conformes aux conditions de fonctionnement en toute sécurité et aux dispositions de la réglementation en vigueur ?			DE N° : 01-342- Ch. III	B				

Catégorie III : Sécurité-risque-incendie. -5-								
<i>Mesure</i>		<i>Référence</i>		<i>Est -ce que l'industriel Possède cette mesure ?</i>				<i>Spécifiés et justification.</i>
<i>Q ?</i>	<i>R</i>	<i>BREF</i>	<i>Réglementation Algérienne</i>	<i>Oui</i>	<i>Non</i>	<i>Projet en cours</i>	<i>NC</i>	
Est-ce que toutes les parties actives sont mises hors de la portée des travailleurs dans les emplacements de travail ?			DE N° :01-342 Du 28-10-2001 Ch. IV Art.24	B				Parties actives protégées
Si la réponse à la Q précédente est « oui », la mise hors de la portée des travailleurs est assurée par le seul éloignement des parties actives par interposition d'obstacles efficaces ou par isolation?	Par tous ces moyens Ainsi que par signalisation de présence de ces parties		DE N° :01-342 Du 28.10.2001 Ch. IV Art .25 Art. 26 Art. 27	B				
Est-ce que les locaux de travail réservés à la production, la conversion ou la distribution de l'électricité, et les locaux où la présence des parties actives accessibles résulte d'une nécessité technique inhérente au principe de fonctionnement des matériels sont clairement délimités et bien désignés ?			DE N° : 01-342 Du 28-10-2001 Ch. IV Art. 34 Art. 35	B				
Est-ce que l'accès à ces locaux ou emplacements de travail est soumis à une autorisation donnée par le service concerné, et uniquement aux personnes averties des risques électriques ?	Autorisation donnée par le chef de quart		DE N° :01-342 Du 28-10-2001 CH. IV Art. 35	B				

Catégorie III : Sécurité-risque-incendie. -6-								
<i>Mesure</i>		<i>Référence</i>		<i>Est - ce que l'industriel Possède cette mesure ?</i>				<i>Spécificités et justification.</i>
<i>Q ?</i>	<i>R</i>	<i>BREF</i>	<i>Réglementation Algérienne</i>	<i>Oui</i>	<i>Non</i>	<i>Projet en cours</i>	<i>NC</i>	
Les travaux effectués dans ces locaux, sont-ils effectués dans les conditions et les règles de sécurité, conformément à la loi ?				X				
Est-ce que des pancartes sont affichées sur les portes ou dans les passages qui permettent d'accéder à ces locaux de travail, et qui signalent l'existence de parties actives non protégées et interdisent l'accès à toutes personnes non autorisées ?			DE N° : 01-342 Du 28-10-2001 Ch. IV Art. 37	B				
Comment est réalisée la protection contre les risques de contact indirect dans les installations de la centrale alimentées par du courant alternatif ? En associant la mise à la terre des masses à des dispositifs de coupure automatique de l'alimentation ou par isolation renforcée. ou autres ?	Par toutes ces mesures		DE N° :01-342 Du 28-10-2001 Ch. V Art.40	B				
Est-ce que des dispositions sont prises pour éviter que le matériel électrique, du fait de l'élévation normale de sa température, nuise aux objets qui sont dans son voisinage, ou risque de provoquer des brûlures aux travailleurs ?			DE N° : 01-342 Du 28-10-2001 Ch. VI Art. 55	B				

Catégorie III : Sécurité-risque-incendie. -7-								
<i>Mesure</i>		<i>Référence</i>		<i>Est- ce que l'industriel Possède cette mesure ?</i>				<i>Spécificités et justification.</i>
<i>Q ?</i>	<i>R</i>	<i>BREF</i>	<i>Réglementation Algérienne</i>	<i>Oui</i>	<i>Non</i>	<i>Projet en cours</i>	<i>NC</i>	
Est-ce que les matériels sont capables de supporter, sans dommage pour les personnes et sans perte de leur aptitude à la fonction de sécurité, les effets mécaniques et thermiques produits par toute surintensité ?			DE N° :01-342 Du 28-10-2001 Ch. VI Art.55	B				
Est-ce les raccordements des canalisations entre-elles et avec les appareils sont établis de manière à ne provoquer aucun excès d'échauffement local et sont facilement vérifiables ?			DE N° : 01-342 Du 28-10-2001 Ch. VI Art : 55	B				
Est-ce que des extincteurs appropriés quant à leur nombre, à leur capacité et à la nature des produits qu'ils renferment ainsi que des installations d'extinction sont placés dans ou a proximité des locaux où il existe des installations électriques ? Est-ce qu'ils (les extincteurs et les installations d'extinction) sont révisés périodiquement et maintenus en bon état de fonctionnement ?			DE N° :01-342 Du 28-10-2001 Ch.VI Art.57	B				
Est-ce que les canalisations et matériels électriques sont conçus et installés de telle sorte que leur contact accidentel avec des matières susceptibles de prendre feu au contact d'une flamme ou d'une étincelle et de propager rapidement l'incendie soit évité ?			DE N° :01-342 Du 28-10-2001 Ch. VI Art.58	B				

Catégorie III : Sécurité-risque-incendie. -8-								
<i>Mesure</i>		<i>Référence</i>		<i>Est-ce que l'industriel Possède cette mesure ?</i>				<i>Spécificités et justification.</i>
<i>Q ?</i>	<i>R</i>	<i>BREF</i>	<i>Réglementation Algérienne</i>	<i>Oui</i>	<i>Non</i>	<i>Projet en cours</i>	<i>NC</i>	
Est-ce qu'il y a présence de poussières inflammables qui risquent de provoquer un incendie ?			DE N° :01-342 Du 28-10-2001 Ch. VI Art.58	X				
Si oui, est-ce que des mesures sont prises pour lutter contre leur pénétration dans les enveloppes du matériel électrique ?				B				
Est-ce que les parties actives non isolées sont suffisamment éloignées des matériels combustibles ou protégées par des enveloppes s'opposant à la propagation d'un incendie ?			DE N° :01-342 Du 28-10-2001 Ch. VI Art. 58	B				
Est-ce qu'il y a présence de matériel ou passage de canalisations étrangères au fonctionnement du matériel et canalisation dans les emplacements électriques ?			DE N° :01-342 Du 28-10-2001 Ch. VI Art.58	X				
Est-ce que les canalisations électriques utilisées sont de type retardateur de flamme ?			DE N° :01-342 Du 28-10-2001 Ch. VI Art.58	B				
Est-ce que le matériel électrique dont le fonctionnement provoque des arcs ou des étincelles ou l'incandescence d'éléments, est inclus dans des enveloppes appropriées ?			DE N° :01-342 Du 28-10-2001 Ch. VI Art.58	B				

Catégorie III : Sécurité-risque-incendie. -9-								
<i>Mesure</i>		<i>Référence</i>		<i>Est-ce que l'industriel Possède cette mesure ?</i>				<i>Spécificités et justification.</i>
<i>Q ?</i>	<i>R</i>	<i>BREF</i>	<i>Réglementation Algérienne</i>	<i>Oui</i>	<i>Non</i>	<i>Projet en cours</i>	<i>NC</i>	
Est-ce qu'il y a un risque d'explosion dans des zones où il y a présence d'installations ou matériels électriques ?				X				
Si oui ? est-ce que toutes les mesures sont prises dans ces zones afin d'éviter ce risque ?				X				
Est-ce que les emplacements électriques sont réduits dans les zones où il y a risque d'explosion, à ce qui est nécessaire aux besoins de l'exploitation ?			DE N° :01-342 Du 28-10-2001 Ch. VI Art.59	B				
Est-ce que ces emplacements ou matériels (présents dans des zones à risque d'explosion) sont conçus et réalisés de façon à ne pas être une cause possible d'inflammation des atmosphères explosives ?			DE N° :01-342 Du 28-10-2001 Ch. VI Art.59	B				
Est-ce que les prescriptions de sécurité sont effectivement appliquées et souvent rappeler par tous moyens appropriés ?			DE N° :01-342 Du 28-10-2001 Ch. VII Art.59	B				
Est-ce que les installations électriques (matériels et emplacements) sont soumises à une surveillance qui est opérée fréquemment et régulièrement donnant lieu à la réparation des défauts et anomalies constatées ?			DE N° :01-342 Du 28-10-2001 Ch.VII Art.62	B				

Catégorie III : Sécurité-risque-incendie. -10-								
<i>Mesure</i>		<i>Référence</i>	<i>Est - ce que l'industriel Possède cette mesure ?</i>				<i>Spécificités et justification</i>	
<i>Q ?</i>	<i>R</i>	<i>BREF</i>	<i>Réglementation Algérienne</i>	<i>Oui</i>	<i>Non</i>	<i>Projet en cours</i>		<i>NC</i>
La surveillance est-elle conforme à la disposition de la réglementation ?			DE N° :01-342 Du 28-10-2001 Ch. VII Art.62	B				
Est-ce qu'il y a eu des accidents, incendies ou explosions dans le site de travail ?					X			
Si oui, est-ce qu'il y a eu des dégâts matériels et humains ?							X	
L'éloignement des matières combustibles par rapport aux matériels électriques dissipant de l'énergie calorifique est-il assuré et contrôlé régulièrement afin d'éviter tout risque d'explosion ou incendie ?			DE N° :01-342 Du 28-10-2001 Ch. VII Art.62	C				
Est- ce que les installations et matériels électriques sont vérifiés périodiquement ?			DE N° :01-342 Du 28-10-2001 Ch. VII Art.68	B				
Est-ce que ces vérifications font l'objet de rapports détaillés, précisant les points où les installations s'écartent des dispositions de la réglementation ?			DE N° :01-342 Du 28-10-2001 Ch. VII Art.69	B				

Catégorie IV : Contrôle et réduction du bruit et des odeurs. -01-								
Mesure		Référence		Est-ce que l'industriel possède cette mesure ?				Spécificités et justification
Q ?	R	BREF	Réglementation Algérienne	Oui	Non	Projet en cours	NC	
Est-ce que les niveaux de bruit des machines, appareils, moteurs.....etc. sont inférieurs aux valeurs limites fixées par la loi ?			DE N° : 93-184 Du 27-07-1993 réglementant l'émission des bruits	X				
Est-ce que ces niveaux sont mesurés régulièrement dans la centrale ?			DE N° : 93-184 du 27-07-1993 Art. 5	B				
Si la réponse à la Q précédente est « oui » est-ce que les méthodes de caractérisation et de mesurage des bruits sont effectuées conformément aux normes Algériennes ?				B				
Est-ce que des dispositifs d'insonorisation sont mis en place, en cas de dépassement des valeurs limites du bruit fixées par la loi, dans des points spécifiques dans la centrale ?			DE N° : 93-184 Du 27-07-1993 Art. 6	B				
Est-ce que le bruit est pris en considération dans l'exploitation de la centrale ainsi que dans sa construction ?			DE N° : 93-184 Du 27-07-1993	B				

Catégorie IV : Contrôle et réduction du bruit et des odeurs. -2-								
<i>Mesure</i>		<i>Référence</i>		<i>Est - ce que l'industriel Possède cette mesure ?</i>				<i>Spécificités et justification.</i>
<i>Q ?</i>	<i>R</i>	<i>BREF</i>	<i>Réglementation Algérienne</i>	<i>Oui</i>	<i>Non</i>	<i>Projet en cours</i>	<i>NC</i>	
Est-ce que les moteurs à explosion ou à combustion interne, les groupes électrogènes, les compresseurs...etc. sont munis de dispositifs d'insonorisation ou d'atténuation de bruit ?			DE N° : 93-184 du 27-07-1993 Art. 9	B				
Est-ce que les turbines à gaz, la turbine à vapeur et les générateurs sont disposés dans des enceintes ?		BREF « GIC » & 7.1.11		A				
Est-ce que les ventilateurs utilisés sont plus silencieux ?		BREF « GIC » & 7.1.11		A				
Est-ce que les pompes d'alimentation des chaudières sont disposées dans des enceintes ?		BREF « GIC » & 7.1.11					X	
Est-ce qu'une station de pompage est construite autour des pompes pour la circulation de l'eau de refroidissement ?		BREF « GIC » & 7.1.11			C			
Est-ce que le système de refroidissement est de type système d'eau de refroidissement à passage unique ou de type tours de refroidissement ?	Des aérocondenseurs	BREF « GIC » & 7.1.11			C			

Catégorie IV : Contrôle et réduction du bruit et des odeurs. -3-								
<i>Mesure</i>		<i>Référence</i>		<i>Est-ce que l'industriel possède cette mesure ?</i>				<i>Spécificités et justification.</i>
<i>Q ?</i>	<i>R</i>	<i>BREF</i>	<i>Réglementation Algérienne</i>	<i>Oui</i>	<i>Non</i>	<i>Projet en cours</i>	<i>NC</i>	
Si la réponse à la question précédente est « tours de refroidissement » est-ce que les ventilateurs utilisés sont peu bruyants ?		BREF « GIC » & 7.1.11					X	
Est-ce qu'un doublage est ajouté à la structure de support de la turbine à gaz ?		BREF « GIC » & 7.1.11		A				
Est-ce qu'il y a des mesures pour la minimisation des odeurs dans la centrale (site de travail et base de vie) ?					X			

Catégorie V : Réduction et minimisation des impacts des déchets.-01-								
<i>Mesure</i>		<i>Référence</i>		<i>Est-ce que l'industriel possède cette mesure ?</i>				<i>Spécificités et justification.</i>
<i>Q ?</i>	<i>R</i>	<i>BREF</i>	<i>Réglementation Algérienne</i>	<i>Oui</i>	<i>Non</i>	<i>Projet en cours</i>	<i>NC</i>	
Quels sont les types de déchets éliminés sur site ?							X	Uniquement la séparation et le stockage (déchets ferreux)
Quels sont les modes d'élimination des déchets adoptés dans votre centrale ?	Nettoyage et séparation des déchets par un sous traitant agréé							
L'élimination des déchets est-elle assurée de façon écologiquement rationnelle, conformément aux dispositions de la loi en vigueur ?			Loi N° : 01-19 Du 12-12-2001 Titre I Ch. II Art.8.	B				
Est-ce que la centrale génère des déchets spéciaux qui nécessitent un traitement spécial ?				X				
Où et comment sont traités les déchets spéciaux générés par les différents procédés de la centrale ?	Stockés dans des conteneurs spéciaux dans la zone de stockage.							
Est-ce qu'un plan de gestion des déchets générés par les procédés de la centrale est établi par le service concerné ?			Loi N° : 01-19 Du 12-12-2001	B				
Est-ce que les instructions de ce plan sont appliquées et respectées ?			Loi N° : 01-19 Du 12-12-2001	C				
Est-ce que le tri des déchets est effectué selon les instructions de la loi réglementant la gestion des déchets ?			Loi N° : 01-19 Du 12-12-2001	B				

Catégorie V : Réduction et minimisation des impacts des déchets.-2-								
<i>Mesure</i>		<i>Référence</i>		<i>Est - ce que l'industriel Possède cette mesure ?</i>				<i>Spécificités et justification</i>
<i>Q ?</i>	<i>R</i>	<i>BREF</i>	<i>Réglementation Algérienne</i>	<i>Oui</i>	<i>Non</i>	<i>Projet en cours</i>	<i>NC</i>	
Est-ce que le traitement des déchets spéciaux dangereux est confié à une installation autorisée ?			Loi N° : 01-19 Du 12-12-2001 Titre II Ch. I Art. 19	B				
Est-ce que les informations relatives à la nature, la quantité et aux caractéristiques des déchets spéciaux dangereux sont déclarées au ministre chargé de l'environnement ?			Loi N° : 01-19 Du 12-12-2001 Titre II Ch. I Art. 21	B				
Les déclarations, les autorisations de transport des déchets sont-elles rédigées, révisées et signées régulièrement et conformément à la loi en vigueur ?			Loi N° : 01-19 Du 12-12-2001 Titre II	B				

Catégorie VI : formation et information des travailleurs.-01-								
<i>Mesure</i>		<i>Référence</i>		<i>Est -ce que l'industriel possède cette mesure ?</i>				<i>Spécificités et justification</i>
<i>Q ?</i>	<i>R</i>	<i>BREF</i>	<i>Réglementation Algérienne</i>	<i>Oui</i>	<i>Non</i>	<i>Projet en cours</i>	<i>NC</i>	
Est-ce que des actions d'instruction d'information et de formation sont organisées au profit des travailleurs sur les risques liés à leur travail ainsi que les mesures à prendre et les moyens à mettre en œuvre pour se protéger ?			DE N° : 02-427 Du 07-12-2002 Ch. I Art .3	B				
Est-ce que ces actions sont entretenues dans les conditions fixées par la réglementation en vigueur ?			Loi N° : 02-427 Du 07-12-2001	B				
Est-ce que les travailleurs possèdent une formation suffisante leur permettant de connaître et de mettre en application les prescriptions de sécurité à respecter pour éviter le danger dus à l'électricité dans l'exécution des tâches qui leur sont confiées ?			DE N° :01-342 Du 28-10-2001 Ch. VII Art-61	B				

Catégorie VI : formation et information des travailleurs. -02-								
<i>Mesure</i>		<i>Référence</i>		<i>Est-ce que l'industriel possède cette mesure ?</i>				<i>Spécificités et justification.</i>
<i>Q ?</i>	<i>R</i>	<i>BREF</i>	<i>Réglementation Algérienne</i>	<i>Oui</i>	<i>Non</i>	<i>Projet en cours</i>	<i>NC</i>	
Est-ce que le personnel est formé en matière d'administration des soins aux victimes d'accidents électriques ?			DE N° : 01-342 Du 10-28-2001 Ch. VIII Art .72	B				
Est-ce que des actions de formation sont organisées en matière de protection de l'environnement ?				X				Entrant dans le cadre de formation HSE
Les travailleurs sont- ils informés et formés aux risques liés à la manipulation des substances ou produits ou préparations dangereuses et des mesures à prendre pour se protéger ?			DE N° :05-08 Du 08-01-2005 Art. 12	B				

Catégorie VII : Gestion de l'environnement (système de management environnemental). -01-								
Mesure		Référence		Est- ce que l'industriel Possède cette mesure ?				Spécificités et justification
Q ?	R	BREF	Réglementation Algérienne	Oui	Non	Projet en cours	NC	
Le système de management environnemental (SME) établi par la direction de la centrale contient-il tous les éléments suivants ? : « Mettez S.V.P le signe « V » devant les éléments figurant dans votre « SME »	1-Définition d'une politique environnementale x 2-Planification et définition des objectifs et des cibles. x 3-Mise en œuvre et application des procédures.x 4-Vérification et action corrective.x 5-Analyse du management. 6-Préparation d'une déclaration d'environnement standard.x 7-Validation par un organisme de certification ou un vérificateur externe du SME.x 8-Considération de conception pour le décommissionnement de l'installation en fin de vie.x 9-Développement des technologies plus propres. 10-Analyse comparative.	BREF « GIC » & 3.15		C				

<p>Est-ce qu'en plus des éléments cités précédemment, le SME établi par votre direction contient les éléments suivants :</p>	<p>1-l'engagement de la direction pour une application réussie des autres caractéristiques de l'SME. 2-la mise en œuvre des procédures en faisant particulièrement attention à : *structure et responsabilités *formation, conscience et compétence. *communication *implication des employés *documentation *contrôle de procédés efficace. *programme de maintenance *état de préparation pour les cas d'urgence et réactivité *conformité à la législation sur la protection de l'environnement</p>	<p>BREF « GIC » & 3.15.1</p>		<p>C</p>				
<p>Est-ce que l'impact environnemental de l'éventuel dé-commissionnement de l'unité a été pris en considération au cours de la phase de conception ?</p>		<p>BREF « GIC » & 3.15.1</p>		<p>A</p>				

Catégorie VIII : Efficacité énergétique. -01-								
Mesure		Référence		Est- ce que l'industriel possède cette mesure ?				Spécificités et justification
Q ?	R	BREF	Réglementation Algérienne	Oui	Non	Projet en cours	NC	
Est-ce que la direction de la centrale à mis en œuvre un système de management de l'efficacité énergétique(SM2E) qui intègre, en s'adaptant aux circonstances particulières, la totalité, des éléments d'un système de management (voir catégorie VII) ?		BREF (Efficacité énergétique) & 4.2.1		C				
Est-ce qu'au sein de votre installation, vous maintenez un équilibre entre la consommation d'énergie, de matières premières et d'eau, et les émissions ?		BREF (Efficacité énergétique) & 4.2.2.1		A				
Est-ce que les aspects de votre centrale qui ont une influence sur l'efficacité énergétique sont identifiés à l'aide d'un audit ?		BREF (EE) & 4.2.2.2		A				
Est-ce que des méthodes et outils appropriés sont utilisés pour faciliter la mise en évidence et possibilités d'économies d'énergie ?		BREF (EE) & 4.2.2.2		A				

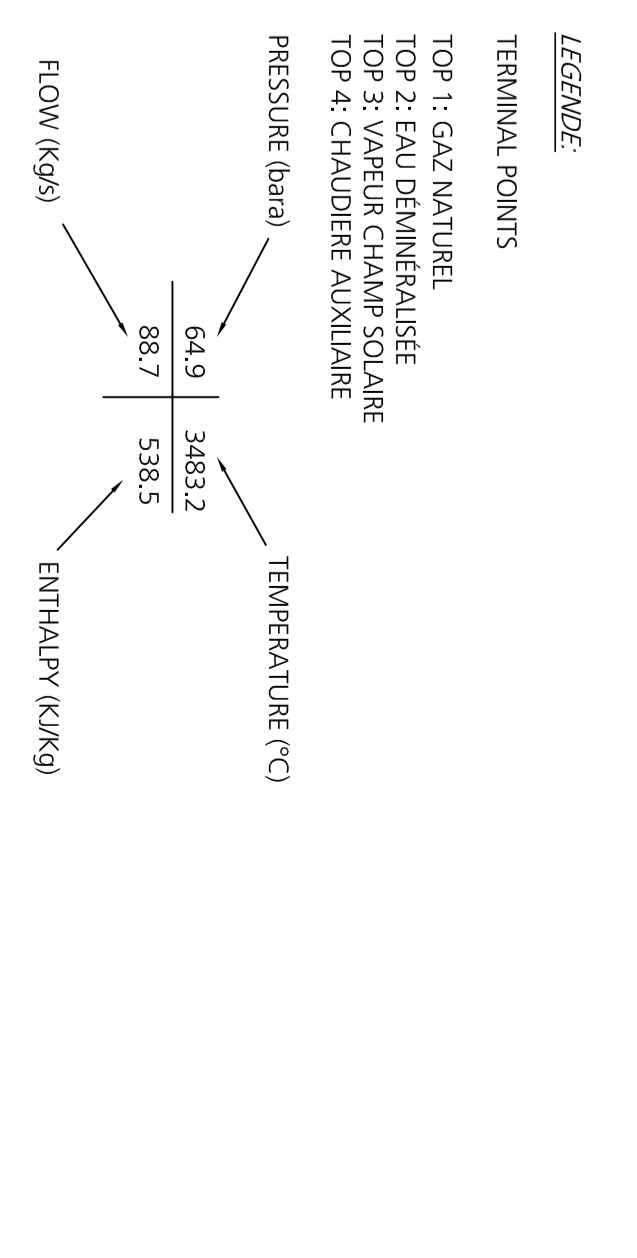
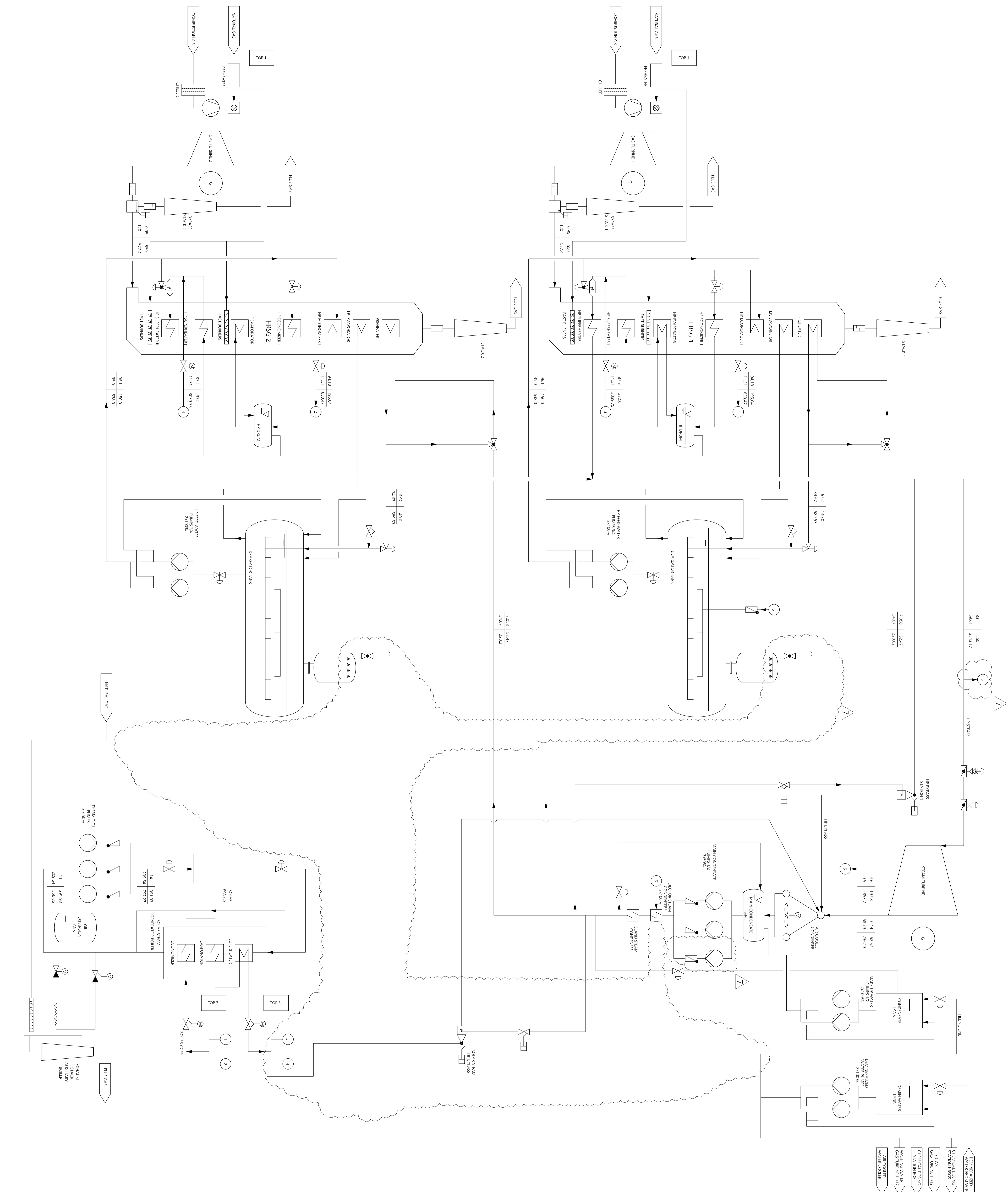
Catégorie VIII : Efficacité énergétique. -02-								
<i>Mesure</i>		<i>Référence</i>		<i>Est - ce que l'industriel Possède cette mesure ?</i>				<i>Spécificités et justification</i>
<i>Q ?</i>	<i>R</i>	<i>BREF</i>	<i>Réglementation Algérienne</i>	<i>Oui</i>	<i>Non</i>	<i>Projet en cours</i>	<i>NC</i>	
Est-ce que les opportunités d'optimisation d'énergie au sein de l'installation, et entre ses systèmes, sont présentes ?		BREF (EE) & 4.2.2.2		A				
Est-ce qu'une approche systémique du management de l'énergie est établie afin d'optimiser l'efficacité énergétique ?		BREF (EE) & 4.2.2.3		C				
Est-ce que des comparaisons systématiques et régulières par rapport à des référentiels, nationaux ou régionaux sont réalisées ?		BREF (EE) & 4.2.2.5		C				
Est-ce que des indicateurs d'efficacité énergétique appropriés pour votre centrale sont établis ?		BREF (EE) & 4.2.2.4		A				
Est-ce que l'efficacité énergétique a été prise en compte lors de la conception de la centrale ?		BREF (EE) & 4.2.3		A				
Est-ce que la bonne maîtrise des procédés de la centrale est assurée ?		BREF (EE) & 4.2.7		C				

Catégorie VIII : Efficacité énergétique. -03-							
<i>Mesure</i>		<i>Référence</i>	<i>Est - ce que l'industriel Possède cette mesure ?</i>				<i>Spécificités et justification</i>
<i>Q ?</i>	<i>R</i>	<i>BREF</i>	<i>Réglementation Algérienne</i>	<i>Oui</i>	<i>Non</i>	<i>Projet en cours</i>	
Est-ce que l'optimisation de l'efficacité énergétique est considérée en phase d'exploitation ?		BREF (EE) & 4.2.3		A			
Est-ce que des procédures documentées sont établies et maintenues pour surveiller et mesurer régulièrement les principales caractéristiques des opérations qui peuvent avoir un impact significatif sur l'efficacité énergétique ?		BREF (EE) & 4.2.9		A			
Est-ce que la combustion est optimisée ainsi que son rendement énergétique ?		BREF (EE) & 4.3.1		A			
Est-ce que l'utilisation d'une turbine de détente pour récupérer le contenu énergétique des gaz présente l'une des mesures utilisées pour l'optimisation de la combustion ?		BREF (EE) & 4.3.1 BREF GIC & 7.1.1 & 7.1.2 & 7.4.1 & 7.5.1		A			

Catégorie VIII : Efficacité énergétique. -04-								
<i>Mesure</i>		<i>Référence</i>		<i>Est - ce que l'industriel Possède cette mesure ?</i>				<i>Spécificités et justification</i>
<i>Q ?</i>	<i>R</i>	<i>BREF</i>	<i>Réglementation Algérienne</i>	<i>Oui</i>	<i>Non</i>	<i>Projet en cours</i>	<i>NC</i>	
Est-ce que des systèmes de contrôle informatisés avancés des conditions de combustion pour réduction des émissions et augmentation des performances de la chaudière et la turbine sont utilisés ?		BREF (EE) & 4.3.1 BREF « GIC » &7.4.2 &7.5.2		A				
Est-ce que la mesure d'excès d'air faible est appliquée dans les brûleurs ? (Réduction du débit massique des gaz de combustion par une réduction de l'excès d'air).		BREF (EE) & 4.3.1 BREF « GIC » & 7.4.3		A				
Est-ce que le préchauffage d'air de combustion est appliqué ? (Réduction de la température des effluents gazeux).		BREF (EE) & 4.3.1		A				
Est-ce que l'efficacité des échangeurs est maintenue par :- une surveillance périodique de l'efficacité- la prévention de l'encrassement ou le nettoyage ?		BREF (EE) & 4.3.3		A				

Catégorie VIII : Efficacité énergétique. -05-								
<i>Mesure</i>		<i>Référence</i>	<i>Est - ce que l'industriel Possède cette mesure ?</i>					<i>Spécificités et justification</i>
<i>Q ?</i>	<i>R</i>	<i>BREF</i>	<i>Réglementation Algérienne</i>	<i>Oui</i>	<i>Non</i>	<i>Projet en cours</i>	<i>NC</i>	
Est-ce que les possibilités de cogénération sont recherchées au sein de la centrale ?		BREF (EE) & 4.3.4		C				
Est-ce que l'optimisation de l'alimentation électrique est prise en compte ? (Techniques d'amélioration de l'efficacité énergétique pour les alimentations électriques) ?		BREF (EE) & 4.3.5		A				
Est-ce que les moteurs utilisés sont des moteurs à haut rendement ?		BREF (EE) & 4.3.6		A				
Si non, est-ce que leur remplacement est envisagé ?		BREF (EE) & 4.3.6					X	
Est-ce que des techniques sont appliquées afin d'optimiser les systèmes de pompage (économiser l'énergie consommé par les systèmes de pompage) ?		BREF (EE) & 4.3.8		A				
Est-ce que des techniques appropriées sont appliquées afin d'optimiser les systèmes de chauffage, ventilation et climatisation ?		BREF (EE) & 4.3.9		A				

Catégorie VIII : Efficacité énergétique. -06-								
<i>Mesure</i>		<i>Référence</i>	<i>Est - ce que l'industriel Possède cette mesure ?</i>				<i>Spécificités et justification</i>	
<i>Q ?</i>	<i>R</i>	<i>BREF</i>	<i>Réglementation Algérienne</i>	<i>Oui</i>	<i>Non</i>	<i>Projet en cours</i>	<i>NC</i>	
Est-ce que des techniques sont appliquées afin d'optimiser les systèmes d'éclairage artificiel ?		BREF (EE) & 4.3.10		A				
Est-ce que l'espace et les activités sont planifiés et bien gérés afin d'optimiser l'utilisation de la lumière naturelle ?		BREF (EE) & 4.3.10		C				



NOTES

- POUR CLIENT
- POUR CONTRACTANT

NOTE 1: FINISHING ON THERMAX REQUEST

Id	Description	Unit	Value
1	POUR INFORMATION	NO	1.00
2	POUR INFORMATION	NO	1.00
3	POUR INFORMATION	NO	1.00
4	POUR INFORMATION	NO	1.00
5	POUR INFORMATION	NO	1.00
6	POUR INFORMATION	NO	1.00
7	POUR INFORMATION	NO	1.00

Id	Description	Unit	Value
1	POUR INFORMATION	NO	1.00
2	POUR INFORMATION	NO	1.00
3	POUR INFORMATION	NO	1.00
4	POUR INFORMATION	NO	1.00
5	POUR INFORMATION	NO	1.00
6	POUR INFORMATION	NO	1.00
7	POUR INFORMATION	NO	1.00

SOLAR POWER PLANT ONE

Centrale Electrique en Hybride Solaire-gaz

Centre Hassi Rmel (Algerie)

HASSI RMEL (ALGERIE)

idom

PROCÉDÉ
PROCESO
DIAGRAMA DE FLUXO
DIAGRAMA DE FLUXO

UTE ABENNER
HASSI RMEL CONSTRUCTION

Revisé: 02/03/2017
Approuvé: 02/03/2017

Revisé: 02/03/2017
Approuvé: 02/03/2017



Optimization of the technical and environmental performance of the renewable energies. Case of the hybrid powerplant "SPPI" of HassiR'mel in the central highlands of Algeria

Sarra Aouadj^{1†}, Soraya Zebirate², Rachid Smail¹, Fethi Saidi³

¹Laboratory of research in Industrial prevention (LRPI), University ChadidmostaphaBenboulaidBatna 2, Batna, Algeria

²Industrial Security and Sustainable Development Engineering Laboratory (LISIDD), IMSI, Mohamed BENAHMED University of Oran 2, Oran, Algeria

³Naval Aero-Hydrodynamic Laboratory, University of Sciences and Technology of Oran 'M-B', Algeria

ABSTRACT

The exploitation of fossil fuels is causing global warming whose negative effects have recently been felt all over the world. Therefore, the search for new sources of energy, renewable and respectful of the environment is crucial for manufacturers. The concept of Best Available Techniques (BAT) presents an adequate solution for manufacturers, for the control, elimination or reduction of the harmful impacts of their activities on the environment. This concept, known as Integrated Pollution Prevention and Control (IPPC), was introduced and imposed from 1996 in Europe. This paper aims to introduce the possibility of transferring the IPPC approach and BAT concepts to Algeria. Therefore, the main objective is to propose some recommendations to optimize the technical and environmental performance of hybrid solar-gas systems, by treating as a case study the first hybrid solar-gas power plant SPPI (Solar Power Plant One) near Hassi R'mel in the south of Algeria. A gap analysis of the Algerian environmental policy compared to the IPPC system, and an assessment of technical and environmental performance of the "SPPI" plant in terms of regulation and BAT are developed in our study.

Keywords: Best Available Techniques (BAT), Environmental Performance, Hybrid Systems, IPPC System, Renewable Energy (RE)

1. Introduction

Energy is the origin of all the socio-economic development of the countries; it constitutes for some the only economic wealth [1]. The main energy sources on earth are fossil fuels. However, the exploitation of fossil fuels causes global warming; whose negative effects have been recently felt all over the globe. Therefore, for a lasting existence, the use of fossil fuels must be reduced. On the other hand, the search for new, renewable and environmentally friendly sources of energy became a necessity [2]. In order to meet all energy needs the research on all the development prospects of different types of renewable energy such as: wind energy, geothermal energy, biomass, and in particular, «solar energy» must be developed.

Over the last few decades, the attitude of governments and industrialists towards environmental protection has changed radically [3]; consequently, the control of environmental impacts has become

a major issue. Manufacturers from now on include the environment in their specifications. In fact, regulation is becoming increasingly demanding, and the costs of non-compliance can be more difficult to bear than implementing environmental options tailored to the context of the industry. In addition, the high cost of the end-of-line techniques with sewage treatment plants, dust collectors and waste collection systems encourage the adoption of cleaner production processes and practices within the industrial process.

It's in this context that comes the concept of Best Available Techniques (BAT) [4-6], whose elaboration presents an adequate solution for the industrialists not only for the control of the harmful impacts of their activities on the environment but also, to be able to prove their good environmental performance. Because the BAT provides a basis, on which the performance of industrial activities can be assessed. This is also a decision-support tool for authorities in terms of environmental authorizations and inspections or controls.

The concept of BAT was introduced and imposed since 1996



This is an Open Access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Non-Commercial License (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc/3.0/>) which permits unrestricted non-commercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

Copyright © 2021 Korean Society of Environmental Engineers

Received January 30, 2020 Accepted June 24, 2020

† Corresponding author

Email: sarah.ing.hse@gmail.com

Tel: +213 542 148 967

in Europe under the framework of the European directive N 96/61/CE [7], so called IPPC (Integrated Pollution Prevention and Control), and revised by the Industrial Emissions Directive (IED) 75/2010/EC (European Commission [EC], 2010) [8]. This directive defines all the principles to be respected for the concerned installations including the adoption of an integrated approach of environmental impacts and the adoption of BAT [9-11].

With the success of the integrated pollution prevention and control (IPPC) in the European Union (UE) and the implementation of BAT, other countries transferred this experience taking into account the specificities of every country and every industrial activity [12]. In the literature, few case studies describe the transfer of the EU approach for the integrated pollution prevention and control to other contexts. One of these case studies is the paper of Miller *et al.* (2008) [13], which includes references to pollution prevention programs in the United States. Zarker and Kerr (2008) [14] describe some pollution programs developed in recent years. Calia *et al.* (2009) [15] considered in their study the pollution prevention programs in the United States, paying attention to a program of a multinational company. Another document is that of Cagno *et al.* (2005) [16] which provides an analysis of over 130 pollution prevention program projects in many companies and countries, with a more detailed attention to the United States. An important contribution is the technical report of the National Center for Environmental Innovation of the United States Environmental Protection Agency Office of Policy, Economics and Innovation (2008) [17], that deals with the description of the IPPC system adopted in the United Kingdom and evaluates its potential of transferability to the legal framework of the United States. The study of Chittock and Hughey [18] relates to the pollution prevention programs in different countries: USA, Japan, Australia, Canada and the United Kingdom. In this regard, a project has been drawn up for transferring the IPPC system to the Mediterranean countries [19, 20]. Our ambition is to transfer the requirements of the IPPC scheme to our country Algeria where the introduction of renewable energies in the sector of electricity production began with a hybrid system “solar-gas” in the first power plant “Solar Power Plant I (SPPI)” in Hassi R'mel (south of Algeria).

The issue discussed in this paper is not to search for the advantages of these systems (hybrid solar-gas systems) and verify their efficiency, because this has been already demonstrated in previous studies such as that of Abdelhamid *et al.* [21]. In fact, the issue is how to optimize those systems to reach a much higher efficiency.

Our contribution is essentially to propose a new combination Renewable Energy- BAT (RE-BAT) for the optimization of renewable energies systems in general and hybrid “solar-gas” systems in particular. In order to serve the subject while verifying the hypothesis of the survey, an analysis of the gaps and differences between the principles and requirements of the IPPC European system and those of the Algerian legal framework must be conducted; as well as an evaluation of the technical and environmental performances of the first hybrid power plant “SPPI”.

After getting the results of the two parts of the survey (the analysis of the legal framework and the evaluation of the power plant performances), we will strive to give some recommendations about the techniques used and to draw conclusions for the transfer of the European integrated approach and the implementation of BAT in

Algeria. The next section, is based on an evaluation of the technical and environmental performances of an hybrid “solar-gas” type power plant named SPPI (Solar Power Plant ONE) situated in Hassi R'mel in southern Algeria, in order to present the methodology followed as well as the analysis tools. Then, in section 3, we used the approach followed in the analyses of policies and legislative frameworks to support BAT implementation in the partner countries (Egypt, Tunisia and Morocco), conducted under the framework of the BAT4MED project (Boosting BAT for the Mediterranean Partner countries) [20]. The paper will be closed with some recommendations to improve the technical and environmental performances of the SPPI hybrid solar-gas power plant of the south of Algeria.

2. Methodology and Analysis Tools

The aims tracked in this paper are:

- (1) Define the degree of compliance and respect of the instructions of environmental regulation and BAT for this type of industrial activity.
- (2) Analyze the Algerian legal basis to extract the gaps compared to the European system “IPPC” to implement BAT.
- (3) Introduce the notion of BAT in the evaluation of the companies' performances in Algeria.
- (4) Propose practical solutions for the upgrading of hybrid systems in terms of environment. The aim is to give options for industrialists and authorities for future projects of the Algerian national program of renewable energies development.

2.1. L-BAT Methodology

We used the L-BAT (*Local- Best Available Techniques*) methodology to evaluate the technical and environmental techniques of the SPPI power plant to compare them with BAT and identify the conformity rate of the SPPI in terms of the Algerian regulation and the BAT of IPPC system of the European Union [22].

We introduced some minor modifications on the methodology to adapt it to the Algerian context. These modifications do not affect the content and the results of the methodology.

In the framework of practical application, steps as illustrated in Fig. S1 structure the general approach used for the evaluation of performances. For every step, a tool was created to complete it.

2.1.1. Adjustment of the L-BAT methodology to the context of the hybrid power plant SPPI

In order to attain the set out objectives, we used the same calculation formulae of the compliance rates of the power plant performance. The adjustments made concern the Environment and Risks Management System review “ERMS”.

Fig. S2 illustrates the steps to follow as well as the tools to be used. The definition of the 5 control levels are illustrated in Table 1.

2.2. Analysis Tools

The tools used for the analysis of the gaps and differences between the requirements of the IPPC European system and those of the Algerian legal framework as well as for the evaluation of the

Table 1. Definition of The 5 Control Levels of The Prevention Measures

Classes	Wording	Control levels
A	BAT that figures in the BREF.	Good control
B	Action not referenced in the BREF but consistent with the text of the Algerian regulation.	Average control
C	BAT or measure currently being implemented or medium control of an existing measure	Insufficient control
D	Technique that has similar performances to BAT of the BREF but there is a gap between theory and practice. Technical Solution non-compliant to the requirements of regulation and/or safety (to be justified).	Largely insufficient control
E	BAT or measure currently being implemented and non-compliance to ELV (to be justified) Or Non-compliance of the application of the measures of regulation.	No control
F	Non-compliance in terms of regulation, safety and ELV's requirements Or Measure or technique totally absent	

technical and environmental performances of the first hybrid power plant "SPPI" are as follows:

- Legal texts of the Algerian regulation.
- Reference documents for the BAT so called: BREF (Best REFERENCE documents): our evaluation of the SPPI hybrid power plant performance is the result of the comparison of the techniques used in this power plant with other reference techniques (those whose economic and energetic efficiency as well as their minimal impacts on the environment were verified and validated). These techniques should be listed in some reference documents to facilitate the task for industrialists, researchers and authorities.

Due to the lack of this kind of documentation or a database for BAT in Algeria, we used the reference documents for "BREF" [23] elaborated and published by the European commission in application of the article 16 (2) of IPPC directive [7].

2.2.1. Reference documents on BAT "BREF" used in the analysis

In this paper, we used the requirements presented in two BREFs: BREF of Large Combustion Plants (LCP) and the BREF of Energy Efficiency (EE).

2.2.1.1. Application on large combustion plants "LCP"

The first BREF used as a reference in our analysis is the BREF for LCP published in 2006 (reviewed and republished in 2017) [24]. The parts concerned by our study are summarized in the tableS1.

2.2.1.2. Application on energy efficiency "EE"

The BREF "EE" was published in 2009 and is intended to cover all the issues related to energy efficiency in application of the IPPC directive [25]. The parts of this BREF used as a reference for this study are summarized in Table S2.

3. Analysis of The Gaps and Differences between The Principles and Requirements of The IPPC European System and Those of The Algerian Legal Framework (First Part of The Study)

The IPPC of the European Union is based on 5 principles, all

conceived to achieve a higher level of environment protection as a whole [26, 27]. These principles are presented in the Fig. S3.

Fig. S4 describes the steps of the analysis of the Algerian environmental policy.

3.1. Results of The First Part of The Study (Analysis of The Gaps)

Our analysis of the Algerian system of pollution prevention and control was based on the five principles of the IPPC system. The results of the analysis are summarized in the Table 2.

4. Evaluation of The Technical and Environmental Performances of The First Hybrid Solar-Gas Power Plant "SPPI" (Second Part of The Study)

4.1. Technical and Environmental Diagnosis of The Power Plant

A description of all the main and auxiliary equipments and systems of the SPPI power plant was realized.

4.2. Environment and Risks Management System Review "ERMS"

4.2.1. Completion of a questionnaire related to the « ERMS »

For the ERMS review we tried to conduct a synthesis of all the management measures elaborated by the plant's managers, using a questionnaire prepared for different actors in the SPPI power plant.

The questionnaire includes a list of questions regrouped in 8 different categories:

- *Category I: Reduction and Minimization of Atmospheric Impacts.*
- *Category II: Control and Minimization of Liquid Effluents (Soil and Subsoil protection).*
- *Category III: Safety-Risks-Fire fighting*
- *Category IV: Control and Reduction of Noise and Odors.*
- *Category V: Reduction and Minimization of Wastes Impacts.*
- *Category VI: Training and Information of the Workers.*

Table 2. The Gaps between the IPPC System and The Algerian Environmental Policy

	European system « IPPC »	Algerian environmental policy
Integrated approach	<ul style="list-style-type: none"> - Integrated environmental authorizations « permits » - Update of the authorization conditions - Ongoing monitoring - Adoption of an integrated approach - Consideration of BAT in the issuing authorizations 	<ul style="list-style-type: none"> - Environmental impact study - No update - No ongoing monitoring - Adoption for an approach for each element or aspect of the environment - BAT are not yet implemented or considered in issuing permits in Algeria
BAT	<ul style="list-style-type: none"> - Grouping of BAT in reference documents « BREFs » - Emission Levels Values (ELV) associated to BAT «BAT-AELs » (Article 15, 2. and 3. of the IED directive). [20]» 	<ul style="list-style-type: none"> - The absence of reference documents on BAT - General ELVs fixed by the legislative texts
Flexibility	<ul style="list-style-type: none"> - The competent authority could set ELVs that differs from the « BAT-AEL » according to criteria that should be indicated 	<ul style="list-style-type: none"> - The conditions implemented under the principle of flexibility are not applicable in Algeria because the ELV are not based on BAT
Environmental inspections	<ul style="list-style-type: none"> - Emissions must be reported to the competent authority regularly - Implementation of an inspection system of installations. - Elaborate inspection plans - On the basis of these plans, the competent authority must elaborate routine inspections program - Setting a Site's visits frequency - Carry out unscheduled inspections 	<ul style="list-style-type: none"> - Appears in Algerian regulation - Requirement not found - Requirement not found - Requirement not found - Requirement not found - This requirement appears in the Algerian regulation
Public participation	<ul style="list-style-type: none"> - The IPPC system guarantees the right of the public to participate to decision-making in terms of environment 	<ul style="list-style-type: none"> - The Algerian regulation guarantees as well the right of public in terms of environment






- *Category VII: Environment Management (Environmental Management System).*

- *Category VIII: Energy Efficiency.*

The questions were elaborated taking as a reference the legal texts (laws, decrees...) of the Algerian regulation in terms of environment, safety and energy efficiency, in addition to the reference documents on BATs (BREF "LCP" and BREF "EE").

The classification of measures based on control levels is presented in the same questionnaire grid. A color code was used to facilitate the reading of the grid and the interpretation of the results.

→ **The color code used:**

-  *Classes A and B: Good mastery or control of the measure*
-  *Class C: average control*
-  *Class D: insufficient control*
-  *Class E: largely insufficient control*
-  *Class F: no control*

The Table S5 is an excerpt of the ERMS review grid for the category I "Reduction and Minimization of Atmospheric Impacts". It shows simply the different sections of the questionnaire.

4.3. Results of The ERMS Review

4.3.1. Calculation of the number of prevention measures in terms of control level

For each category and control class, we calculated the number

of prevention measures. The results are summarized in the Table 3.

→ **Interpretation**

The graph of Fig. S3 shows that the majority of the measures of the "ERMS" of the SPPI power plant are classified in the classes A and B "good control". This gives us a first impression about the plant's performance.

In addition to that, we note that there are 7 measures in Class D "insufficient control", this refers to the lack of some prevention measures in the ERMS for the category "Reduction and Minimization of Atmospheric Impacts" and the category "Control and Minimization of Liquid Effluents". Therefore, more attention needs to be paid to these categories by the company's management.

4.3.2. Distribution of prevention measures by class (calculation of the percentage of each class)

We calculated the percentage of the prevention measures of the ERMS for each class of control. Table 4 shows the results.

→ **Interpretation**

The graph of the Fig. S6 completes the graph 5. The largest share belongs to the classes A and B with a percentage of 67%. The class C comes in second position with a percentage of 24%. We notice low percentages (4% and 5%) for the classes D "insufficient control" and F "no control".

Table 3. Number of Prevention Measures for Each Category and Class

Category (environmental and risks objectives)	Total number of prevention measures	Class A	Class B	Class C	Class D	Class E	Class F
<i>Reduction and Minimization of Atmospheric Impacts</i>	23	7	5	4	3	0	4
<i>Control and Minimization of Liquid Effluents (Soil and Subsoil protection)</i>	30	4	12	10	2	0	2
<i>Safety-Risks-Fire fighting</i>	35	0	34	1	0	0	0
<i>Control and Reduction of Noise and Odors</i>	12	2	4	5	1	0	0
<i>Reduction and Minimization of Wastes Impacts</i>	7	0	6	1	0	0	0
<i>Training and Information of the Workers</i>	5	0	4	1	0	0	0
<i>Environment Management (Environmental Management System)</i>	3	1	0	2	0	0	0
<i>Energy Efficiency</i>	25	15	0	9	1	0	0
Total number of measures	140	29	65	33	7	0	6

Table 4. The Percentage of Prevention Measures for Each Control Class

Classes		Class A	ClassB	ClassC	ClassD	ClassE	ClassF
Number of measures	140	29	65	33	7	0	6
Distribution of actions		20.71%	46.43%	23.57%	5%	0%	4.28%

Table 5. Compliance Rates for Each Category

Category (environmental and risks objectives)	Compliance Rate	Minimum acceptable limit for the compliance to regulation and BATs
<i>Reduction and Minimization of Atmospheric Impacts.</i>	52%	75%
<i>Control and Minimization of Liquid Effluents (Soil and Subsoil protection).</i>	53%	75%
<i>Safety-Risks-Fire fighting</i>	97%	75%
<i>Control and Reduction of Noise and Odors.</i>	50%	75%
<i>Reduction and Minimization of Wastes Impacts.</i>	85%	75%
<i>Training and Information of the Workers.</i>	80%	75%
<i>Environment Management (Environmental Management System)</i>	33%	75%
<i>Energy Efficiency</i>	60%	75%

4.3.3. Compliance rate “CR” of ERMS by category

The compliance rate was calculated for each category using the following formula:

$$CR = \frac{\text{Number of classes} \times (\text{A+B}) \text{actions}}{\text{Total number of actions}} \quad (1)$$

The results are summarized in table 8. A representation of these percentages is schematized in the Fig. S7.

→ Interpretation

Through the observation of both tables 4 and 5 we can make the following points:

- The performance of the SPPI power plant looks to be acceptable.
- The compliance rates of the ERMS of the plant by category turn around the minimum acceptable limit (there are 3 values of the CR superior of the limit value and 5 values of the CR inferior of the limit value).
- The power plant has an excellent performance in terms of safety with a CR of 97%. As well as for the category “Reduction

and Minimization of Wastes Impacts” with a CR of 85% and 80% for the “Training and Information of the Workers”

- The Compliance Rates of the categories “Reduction and Minimization of Atmospheric Impacts”, “Control and Minimization of Liquid Effluents”, “Control and Reduction of Noise and Odors” and “Energy Efficiency” are respectively: 52%, 53%, 50% and 60%. Although these CRs are lower than the minimum acceptable limit value (75%), they still are considered acceptable because they exceed 50%.
- The minimal value of the CRs (33%) appears in the category “Environment Management (Environmental Management System)”. This can be translated by the fact that there is a lack of application of the EMS requirements.

4.3.4. Global compliance rate of the power plant

The Global Compliance Rate (GCR) is calculated using to the same formula:

$$GCR = \frac{\text{Number of classes} \times (\text{A+B}) \text{actions}}{\text{Total number of actions}} \quad (2)$$

GCR 67%

Table 6. Justification of The Measures Classified in The Classes C, D and F

Reference	Category	Description	Level of control	Justification
Executive Decree N 06-138 of 15/04/2006 Article 5	Reduction and Minimization of Atmospheric Impacts	The atmospheric releases of the SPPI are not captured as near as possible from their source of emission. they are only identified using measure devices placed in the chimneys	D	The atmospheric releases are not important
ED N 06-138 of 15/04/2006 Article 7	Reduction and Minimization of Atmospheric Impacts	The SPPI do not have atmospheric releases treatment installations	F	The atmospheric releases are not important
ED N 06-138 of 15/04/2006 Article 13	Reduction and Minimization of Atmospheric Impacts	The controls made by the concerned services aiming at making sure of the conformity to the atmospheric emission limit values fixed in the annex of ED N° 06-138, are not frequent	D	The controls are made by the environment service of the plant and the results are sent to the competent authority
BREF « LCP »	Reduction and Minimization of Atmospheric Impacts	The plant does not take secondary measures for the reduction of atmospheric releases that aim to reduce or eliminate the atmospheric releases that have already been produced	D	The atmospheric releases are not important
BREF « LCP » & 7.1.7.3.1	Reduction and Minimization of Atmospheric Impacts	The measure of water or steam injection to reduce the NOx emissions is not used in the SPPI	F	The NOx emissions are reduced by using some primary measures such as using treated natural gas, optimisation of the combustion (complete combustion)
BREF « LCP » & 7.1.7.3.3	Reduction and Minimization of Atmospheric Impacts	The technique of Selective Catalytic Reduction (SCR) with ammonia or urea with the presence of catalyser to reduce NOx is not used.	F	combustion (complete combustion)
ED N° :06-138 of 15/04/2006	Reduction and Minimization of Atmospheric Impacts	There is no conduit for secondary evacuation of atmospheric releases	F	/
ED N° : 93-160 of 10-07-1993 Article 16	Control and Minimization of Liquid Effluents (Soil and Subsoil protection)	The inspection visits of liquid effluents made by environment inspectors are not frequent	D	The controls are made by the environment service of the plant and the results are sent to the competent authority
REF « LCP »	Control and Minimization of Liquid Effluents (Soil and Subsoil protection)	Extinction waters are not well managed. They are not recovered and treated	D	/
ED N° : 06-141 of 19-04-2006 Article 5	Control and Minimization of Liquid Effluents (Soil and Subsoil protection)	The evaporation pond is not conforme to regulation requirements. It is not equipped with an impermeable material that will withstand environmental factors and chemicals	C	Compliance of the pond : ongoing project.
ED N° : 93-184 of 27-07-1993 Regulation of noise emission	Control and reduction of noise and odors	The results of the sonorous levels evaluation show that the levels of the noise made by engines, machines...etc are higher than the limit values fixed by the law : Between 70 and 98db (A) in the work site (LV ≤ 85dB) [evaluation made by health service of social affairs management – Sonatrach- Hassi R'mel]	D	It is a fluctuant exposition. The workers move (they do not stay in the same place for a long period)
BREF « EE » & 4.3.8	Energy efficiency	No technique used to optimise pumping systems (to save the energy consumed by pumping systems)	D	/

The value of the GCR shows that the global performance of the power plant is acceptable. This concerns the performance of the combined cycle part of the station. The global performance of the SPPI power plant should be assessed without forgetting that it is a hybrid solar- gas power plant with a clean renewable source of energy.

4.4. Analysis of Global Performance of The SPPI (Analysis of The Prevention Measures)

The categories concerned by the classes C, D and F are mainly

the “*Reduction and Minimization of Atmospheric Impacts*”, the “*Control and Minimization of Liquid Effluents*”, the “*Control and reduction of noise and odors*” and the “*Energy efficiency*”.

The measures that belong to the control level « insufficient control » and « no control » are justified by the SPPI management in the Table 6.

4.5. Identification of The Sensitivity of The Local Environment (Consideration of The Local Environment)

The environmental performance of an industrial installation cannot





be effectively defined without taking into account the local context. The results of the study of the installation' environment sensitivity should be taken into consideration (Fig. S8).

4.5.1. Preparation of a questionnaire related to the local context

We note that the sensitivity level was evaluated independently from the intensity of the impacts of the industrial activity that exert pressures on the receiver environment. It consists on analyzing the state of the environment or its vulnerability without considering the industrial context.

The vulnerability levels of the local environment are presented in the questionnaire grid using a color-coding as shown in Table 7.

Table 7. Sensitivity Levels Attributed According to Vulnerability Classes

Classes	Vulnerability levels	Color code
1	Very vulnerable	
2	Vulnerable	
3	Moderately sensitive	
4	A little or not vulnerable	

In order to determine the sensitivity level of the local environment or the environment receiving the pressures of the SPPI activities, some criteria should be taken into account. These latter are re-grouped in a questionnaire as shown in Table 8.

→ Interpretation of the results of the questionnaire

From the first sight of the results of the questionnaire, we can conclude that the local environment where is located the SPPI power plant is not sensitive or vulnerable (this interpretation was facilitated by the color code) as shown in table 8. The yellow boxes (moderately sensitive), were attributed to the two themes: air and soil.

In the first box, the nature of the sensitive vicinity (presence of installations classified as hazardous in the vicinity) may present an issue, because an accident in one of these installations could be transferred to the others. Consequently, the volume of the human and material damages will increase, as well as for the environment (soil and subsoil contamination, air pollution...etc).

However, this could be justified by the fact that these industrial installations possess powerful safety systems, as safety is a key issue in such plants, reflecting the low frequency of major accidents in this area (north region of Hassi R'mel gas field).

For the second box, it is almost the same preoccupation. It concerns the activities in the vicinity (zone of industrial activities: the power plant of *sonelgaz of Tilghemt 220MW* nearby the *SPPI power plant* and the *natural gas processing module* owned by Sonatrach (module 3).

To summarize, we can say that the zone where the SPPI hybrid power plant is located is a Saharan industrial zone, inhabited only by the installations' workers in life bases. In addition to that, it contains only few sensitive environmental elements (desert).

The final result is that more attention must be paid for atmospheric emissions to preserve the workers' health and the population of Hassi R'mel (the distance between the SPPI and the town of

Hassi R'mel is about 6 km). Since atmospheric dispersion is very rapid, air must be considered as a vulnerable element.

5. Conclusion and Recommendations

The goal of our evaluation was not to show the weaknesses of the ERMS system of the SPPI power plant. In fact, our main goal is to prove that the industrialists in Algeria use measures that could be qualified as BAT, but they do not possess neither references of these techniques to be able to compare them to theirs, nor the tools to define their technical and environmental performances.

The main intended objective in this paper is to propose some recommendations to optimize the future projects of hybrid solar-gas power plants in Algeria.

The first point to start with is the minimization of atmospheric emissions. In the SPPI power plant, some primary measures (measures that should be taken to avoid the formation and the production of these emissions), have been taken, such as:

- The use of a treated combustible, whose combustion generates less NOx and no SOx.
- The optimization of the combustion by its execution in several stages (staged combustion) with low temperature in the first zone and a sufficient residence time of combustion gases in the combustion chamber for a complete combustion.
- The use of expansion turbine for the recovery of the energy content of pressurized combustible gases.

For this type of emissions, some primary and secondary measures (measures or techniques at the end-of-pipe [27], aiming at reducing the emissions that are already produced) are absent.

The justification given for the absence of a treatment station of atmospheric releases is that the power plant is of medium capacity and the emissions are low. Furthermore, the projects of the Algerian program of RE development are of higher capacity, consequently bigger amounts of releases will be produced. This would require paying a much greater attention at this point. For this reason, the following measures which are qualified as BAT in the "LCP" BREF are recommended:

- (1) Preheating of combustible gas using the waste heat coming from the boiler and the gas turbine (efficient use of the natural resources).
- (2) Water or steam injection as a measure for NOx elimination: the injection of water/steam can be practiced by injection of a mixture of fuel and water or steam or by injection of water or steam by means of injectors directly in the combustion chamber. The evaporation or the overheating of steam requires a thermal energy, which is then no longer available to heat the flame. Thus, the temperature of the flame decreases and the formation of NOx is reduced [24].
- (3) Use of Dry Low NOx technologies: in addition to the benefits for the environment, the low NOx technologies have several economic benefits:
 - The installation of a modern dry low NOx burner costs approximately 2 million Euros for a gas turbine of 140 MWth [24].

Table 8. Questionnaire to Evaluate The Sensitivity of The Natural and Human Environment Surrounding The SPPI Power Plant

Themes		Characteristics of the environment of the industrial site	Criteria	
Water	Superficial waters	1. Presence of a waterway in the vicinity? (-) - Type of usage? (-) - Presence and type of aquatic fauna-flora? (-) - Distance between the installation and the nearest waterway? (-)	Waterway quantity. Rate of flow Volume of rejected water by the industrial site. Distance of the site Type of fauna-flora Class of waters' quality	
		1. Presence of network? - Road infrastructure? (+) - Railroad infrastructure ? (-) - Air traffic? (+) 2. Climate conditions : - Dominants winds: <i>the dominant wind comes mainly from the north-east frequently. The sirocco, which comes from the south, can also happen once in a while producing sand storms.</i> - Precipitation : <i>low moisture areas, low rainfall</i> - Nature of sensitive vicinity : industrial zone - Presence of installations classified as hazardous in the neighborhood : (+)	Flow? <i>Low traffic-private road (allowed access only for the workers)</i> Frequency of storms : Storm frequency: low. Annual medium precipitation: 78.5mm Population density : <i>Low density. Area inhabited only by plant workers in living bases</i>	
Soil		3. Presence of protected zone or landscape quality? (fauna-flora) : <i>There are no protected areas or sites of cultural interest within or in the vicinity of the Hassi RMel field, the nearest protected area being the MZab Valley located approximately 60 kilometres southeast (site classified within the UNESCO World Heritage)</i> 4. Nature protection? 1. Presence of cultural heritage? (buildings and urbanism)(-) - Hospitals, schools...(-) - Type of land use or activities in the vicinity? <i>Zone of industrial activities</i>	Nature : (NC) Distance from the site: (NC) Nature (NC) Distance from the site (NC) Type: <i>Power station, Natural gas processing module.</i> Distance from site: 500m	
		1. Existence of risk zones? - Flood zone? (-) - Seisme zone? (-) - SEVESO II Zone (-) 2. Geological context ? <i>The triassic reservoir of Hassi-RMel is an assembly constituted by the superposition of the three levels A, B, & C, with intercalation of clay, of variable thicknesses. The cover is formed by anhydritic and clay loam.</i>	Frequency of occurrence: <i>very low or absent.</i> Nature of the geological formations of the site on which the facility is located? <i>Reservoir A: It is composed of very fine, locally clay sandstone with strong cementation. This layer has 54% of the reservoirs. Reservoir B : Consisting of fine sandstone, more or less clayey. This layer has 13% of the tanks in place. Reservoir C : Composed of fine sandstone, very poorly cemented with many conglomerates. It is the thickest layer with 60 meters.</i>	
Soil	Groundwater	3. Presence of water-table(groundwater) under the site? (+) 4. Presence of water catchment near the site? (-)	Nature of the aquifer : <i>Horizon SENONIAN -TURONIAN</i> Depth of the water-table : 645 m Quantity : NC Distance (<i>is the installation located within the boundaries of these catchments?</i>) : No	
Noise		5. Presence of networks? - Road infrastructure? (+) - Railroad infrastructure? (-) - Air traffic? (+)	Flow? <i>low traffic</i>	

- The new burners offer an advantageous exploitation from an economic point of view, as there are no significant energy losses coming from the combustible losses, or in the form of hydrocarbons...etc.

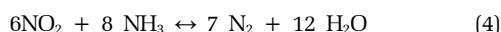
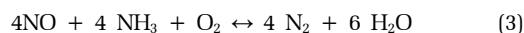
However, the gas turbines maintenance costs with this technology are 40% higher than the gas turbines without low NOx technologies, this technique presents a good investment in terms of environmental performance of industrial installations [24].

- (4) The use of the Selective Catalytic Reduction (SCR):

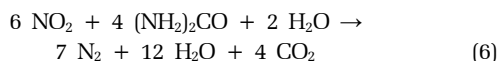
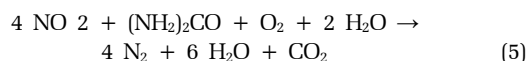
The process of selective catalytic reduction is widely used to reduce the nitrogen oxide in the gaseous releases of large combustion plants in Europe and other countries as well as Japan and the USA [24].

The process of selective catalytic reduction is a catalytic process based on selective reduction of nitrogen oxide with ammonia or urea in the presence of a catalyst. The reduction agent is injected in the flue gases upstream of the catalyst. The NOx conversion takes place on the surface of the catalyst in a temperature-ranging between (170 and 510)°C by one of the reactions (3) and (6). The catalysts of SCR based on the metal oxides and functioning in the range of temperatures mentioned previously are available in the market and used in many applications [24].

→ With the ammonia as a reduction agent [21]:



→ With urea as a reduction agent [21]:



- (5) Adoption of one or several techniques of CO₂ catchment and elimination from the exhaust gases.
- (6) Elaboration of common systems of waste water and gases: the idea of joining the waste water and gas treatment systems deserves to be studied. This idea could help in having environmental and economic benefits (minimization of the costs of the material, stations' construction, maintenance...etc).

Another point to talk about is the reduction of noise, as the limit values fixed by the law are exceeded although the plant is not of a very high capacity.

On the basis of the obtained results, we propose the following recommendations to improve the technical and environmental performances of the SPPI hybrid solar-gas power plant:

- (1) Putting mufflers of high quality on the chimneys.
- (2) Adding doubling in the support structure of the gas turbine.
- (3) Using as much as possible, the "once through cooling systems", because it was proved that these systems do not generate much noise (BAT).

We always insist on the fact that the SPPI is a hybrid power

plant using a renewable energy source. The evaluation made in this paper is to optimize, by using BAT, the combined cycle part of the hybrid system so that we could propose a combination "RE-BAT".

Author Contributions

A.S. (Ph.D. student) conducted all the experiments and wrote the manuscript. Z.S. (Professor) is the thesis director. R.S. (Associate Professor) and F.S. (Associate Professor) are the thesis co-directors.

References

1. Munu N, Banadda N. Can cities become self-reliant in energy? A technological scenario analysis for Kampala, Uganda. *Environ. Eng. Res.* 2016;21(3):219-225.
2. Asantewaa OP, Asumadu-Sarkodie S. Is there a causal effect between agricultural production and carbon dioxide in Ghana? *Environ. Eng. Res.* 2017;22(3):219-225.
3. Syahirah FKA, Umi FMA, Khairuddin MI. Compilation of liquefaction and pyrolysis method used for bio-oil production from various biomass: A review. *Environ. Eng. Res.* 2020;25(1):18-28.
4. Honkasalo N, Rodhe H, Dalhammar C. Environmental permitting as a driver for eco-efficiency in the dairy industry: A closer look at the IPPC directive. *J. Clean. Prod.* 2005;13:1049-1060.
5. Barros MC, Magán A, Valiño S, Bello MP, Casares JJ, Blanco JM. Identification of best available techniques in the seafood industry: case study. *J. Clean. Prod.* 2009;17:391-399.
6. Silvo K, Melanen M, Honkasalo A, Ruonala S, Lindstrom M. Integrated pollution prevention and control-The Finnish approach. *Resour. Conserv. Recycl.* 2002;35:45-60.
7. Council of the European Union. Council Directive 96/61/EC of 24 September 1996 concerning integrated pollution prevention and control [Internet]. c2020. Available from: https://aida.ineris.fr/consultation_document/1031.
8. Directive 2010/75/EU of the European Parliament and of the Council of 24 November 2010 on Industrial Emissions (Integrated Pollution Prevention and Control) on [Internet]. c2020. Available from: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=CELEX%3A32010L0075>.
9. Council Directive 2008/1/EC of the European Parliament and of the Council of European Commission of 15 January 2008 concerning Integrated Pollution Prevention and Control on [Internet]. c2020. Available from: <http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2008:024:0008:0029:en:PDF>.
10. Raya I, Vázquez VL. Sharing experiences to improve pollution prevention and control in the Mediterranean area [Internet]. c2020. Available from: https://www.researchgate.net/publication/288008143_Sharing_experiences_to_improve_pollution_prevention_and_control_in_the_Mediterranean_area.
11. Daddi T, De Giacomo MR, Frey M, Iraldo F, Testa F. The Implementation of IPPC Directive in the Mediterranean Area. In: Environmental Management in Practice; Broniewicz, E., ed. InTech: Rijeka, Croatia; 2011. p. 119-144.

12. OECD. Best Available Techniques (BAT) for Preventing and Controlling Industrial Pollution, Activity 2: Approaches to Establishing Best Available Techniques Around the World [dissertation]. OECD; 2018.
13. Miller G, Burke J, McComas C, Dick K. Advancing pollution prevention and cleaner production—USA’s contribution. *J. Clean. Prod.* 2008;16:665–672.
14. Zarker KA, Kerr RL. Pollution prevention through performance-based initiatives and regulation in the Unites States. *J. Clean. Prod.* 2008;16:673–685.
15. Calia RC, Guerrini FM, De Castro M. The impact of six sigma in the performance of a pollution prevention program. *J. Clean. Prod.* 2009;17:1303–1310.
16. Cagno E, Trucco P, Tardini L. Clean production and profitability: Analysis of 134 industrial prevention (P2) project reports. *J. Clean. Prod.* 2005;13:593–605.
17. US Environmental Protection Agency Office of Policy (US EPA). Economics & Innovation. An In-depth Look at the United Kingdom Integrated Permitting System [dissertation]. EPA: Washington, DC, USA; 2008.
18. Chittock DG, Hughey KFD. Review of international practice in the design of voluntary pollution prevention programs. *J. Clean. Prod.* 2011;19:542–551.
19. Regional Activity Center for sustainable Consumption and Production (SCP/RAC). The BAT4MED project identifies the key industrial sectors to work on [Internet]. c2020. Available from: <http://www.cprac.org/en/newsgeneralthe-bat4med-project-identifies-the-key-industrial-sectors-to-work-on>.
20. European commission 2010, 7th framework program, *Boosting BAT in the Mediterranean partner countries* on [Internet]. c2020. Available from: <https://cordis.europa.eu/project/rcn/96938/factsheet/en>.
21. Abdelhamid L, Bahmed L, Benoudjit A. Impact of renewable energies – environmental and economic aspects: “Case of an Algerian company”. *Manag. Environ. Qual.* 2012;23(1):6–22.
22. Cikankowitz A, Laforest V. Using BAT as evaluation method of techniques. *J. Clean. Prod.* 2003;42:14-158.
23. European IPPC Bureau. Reference documents on [Internet]. c2020. Available from: <https://eippcb.jrc.ec.europa.eu/reference/>.
24. European commission. Integrated Pollution Prevention and Control Reference Document on Best Available Techniques for Large Combustion Plants on [Internet]. c2020. Available from: https://eippcb.jrc.ec.europa.eu/reference/BREF/lcp_bref_0706.pdf.
25. European Commission. Reference Document on Best Available Techniques for Energy Efficiency on [Internet]. c2020. Available from: https://eippcb.jrc.ec.europa.eu/reference/BREF/ENE_Adopted_02-2009.pdf
26. Cikankowitz A, Laforest V. La directive IPPC : où en est-t-on ? et où va-t-on ?. *Vertigo*, la revue électronique en sciences de l'environnement on [Internet]. c2020. Available from: <https://journals.openedition.org/vertigo/9671?lang=en#quotation>
27. Sonki I. Design for environmental catalysts for VOC removal. *Environ. Eng. Res.* 2000;5(4):213-222.