Ces tableaux sont extraits de l'ISO 27919-1. L'utilisateur est autorisé à en faire des copies. Le code couleur suivant a été appliqué aux Tableaux F.1 à F.7.

**Code couleur**

|  |  |
| --- | --- |
| **Classification des informations** | **Nombres/valeurs** |
| Les informations de base sur l'installation et/ou le projet nécessaires pour l'évaluation des ICP | Cellule d'entrée : valeur devant être saisie par la personne qui évalue le procédé aux fins du calcul |
| Les informations de base nécessaires mais non nécessairement directement associées à l'évaluation des ICP | Cellule d'entrée : valeur devant être saisie par la personne qui évalue le procédé pour clarification |
| Les informations requises pour l'évaluation des ICP calculés à partir de valeurs de données d'entrée | Valeur obtenue à partir des données d'entrée de cette feuille de calcul |
| Données ou indicateurs facultatifs | Valeur par défaut devant être corrigée par la personne qui évalue le procédé si nécessaire |

**Tableau F.1 — Description et spécification du projeta,e**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **N° d'élément et sa description** | | **Vérification** | **Option** |
| **Informations générales sur l'installation** | | | |
| 1 | Nom (du projet) de l'installation |  |  |
| 2 | Société (acheteur) |  |  |
| 3 | Pays d'installation |  |  |
| 4 | Stade de l'installation/du projet |  | 1 : phase initiale, 2 : phase préalable à l'ingénierie de base, 3 : phase ingénierie de base, 4 : phase d'exécution, 5 : essai de démonstration, 6 : transaction commerciale, |
| 5 | Nouvelle installation ou rénovation |  | 1 : nouvelle installation, 2 : rénovation |
| 6 | Procédé de l'installation de captage du CO2 |  | 1 : amine, 2 : ammoniaque, 3: acide aminé, 4 : autres (dans ce cas, préciser les propriétés du combustible) |
| 7 | Numéro de la source d'effluent gazeux |  |  |
| 8 | Type de la centrale électrique hôte |  | 1 : chaudière, 2 : turbine GT à cycle combiné, 3 : autres |
| 9 | Combustible de la source d'effluent gazeux |  | 1 : charbon, 2 : gaz naturel, 3 : mazout léger, 4 : mazout lourd, 5 : autres (dans ce cas, préciser la nature du combustible) |
| 10 | Source d'alimentation en énergie thermique |  | 1 : la centrale électrique hôte, 2 : la turbine GT auxiliaire, 3 : la chaudière auxiliaire, 4 : une combinaison de « 1 » et « 2 » ou de « 1 » et « 3 » |
| 11 | Principal type de l'énergie thermique |  | 1 : vapeur, 2 : huile chaude, 3 : eau chaude, 4 : combinaison de « 1 », « 2 », « 3 » |
| 12 | Ratio de traitement de l'effluent gazeux |  | 1 : traitement total, 2 : traitement partiel (dans ce cas, préciser la capacité équivalente en MWe) |
| **Limites de l'évaluation de l'installation de captage en post-combustion (PCC)**b | | | |
| 13 | Points d'alimentation en effluent gazeux vers l’installation de captage en post-combustion (PCC) |  | 1 : la cheminée, 2 : en sortie de désulfuration FGD, avant réchauffage de l'effluent gazeux, 3 : avant désulfuration FGD, 4 : mélange de « 2 » et de « 3 » |
| 14 | Retour d’effluent gazeux traité ou points de libération |  | 1 : la cheminée, 2 : en sortie de désulfuration FGD, avant réchauffage de l'effluent gazeux, 3 : sommet de l'absorbeur de CO2 |
| 15 | Système de refroidissement |  | 1 : eau douce, 2 : eau de mer, 3 : refroidisseur d’air à ailettes intégré au procédé, 4 : combinaison |
| 16 | Production d’eau de refroidissement (CW) |  | 1 : refroidissement en un seul passage, 2 : remise en circulation de l'eau de refroidissement (CW) avec tour de refroidissement mécanique ou refroidisseur d’air à ailettes, 3 : combinaison |
| 17 | Utilisation de l'eau de refroidissement (CW) provenant de la centrale électrique hôte |  | 1 : non, 2 : oui (si oui, préciser si toute l'eau est utilisée ou seulement une partie) |

**Tableau F.1**(*suite*)

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **N° d'élément et sa description** | | **Vérification** | **Option** |
| 18 | Alimentation électrique |  | 1 : une centrale électrique hôte, 2 : une turbine GT ou une chaudière auxiliaire, 3 : réseau électrique (ou alimentation externe), 4 : combinaison |
| 19 | Type d'alimentation en énergie thermique auxiliaire, le cas échéant |  | 1 : chaudière, 2 : cycle GTCC, 3 : turbine GT à un seul cycle avec générateur de vapeur de récupération de chaleur (HRSG), 4 : autres |
| **Système de contrôle de la qualité de l'air existant et prétraitement supplémentaire pour l'installation de captage en post-combustion (PCC)** | | | |
| 20 | Système de désulfuration FGD existant et son type, le cas échéant |  | 1 : oui, 2 : non. Si oui, préciser son procédé (procédé au calcaire-gypse, etc.) |
| 21 | Système de réchauffage de l'effluent gazeux existant et son type, le cas échéant |  | 1 : oui, 2 : non (échangeur thermique gaz-gaz de type régénératif ou sans fuite, etc.) |
| 22 | Système DéNOx existant et son type, le cas échéant |  | 1 : oui, 2 : non. Si oui, préciser son procédé (réduction catalytique sélective, etc.) |
| 23 | Système d'élimination des poussières existant et son type, le cas échéant |  | 1 : oui, 2 : non. Si oui, préciser son procédé (filtre électrostatique, etc.) |
| 24 | Système de désulfuration FGD c supplémentaire avant l'élément N°29 ci-dessous |  | 1 : oui, 2 : non |
| 25 | Système déNOx supplémentaire |  | 1 : oui, 2 : non |
| 26 | Système d’élimination des poussièresc supplémentaire |  | 1 : oui, 2 : non |
| 27 | Nécessité de réchauffage d’effluent gazeux du gaz traité |  | 1 : oui, 2 : non |
| **Configuration et mode de fonctionnement de l'installation de captage en post combustion (PCC)** | | | |
| 28 | Type de procédé |  | 1 : absorption chimique, 2 : autres |
| 29 | Système de désulfuration FGD poussée et son type de procédé, le cas échéant |  | 1 : oui, 2 : non. Si oui, préciser son type de procédé |
| 30 | Position du ventilateur à effluent gazeux |  | 1 : avant prétraitement, 2 : après prétraitement et avant captage du CO2 |
| 31 | Type de compresseur de CO2 |  | 1 : à arbre unique centrifuge, 2 : à engrenage totalement centrifuge, 3 : à piston, 4 : autres |
| 32 | Nécessité d'un équipement de purification de CO2 |  | 1 : non, 2 : élimination de l’humidité (déshydrateur), 3 : élimination de l'oxygène, 4 : « 2 » et « 3 » |
| 33 | Type de déshydrateur, si nécessaire |  | 1 : type à siccatif solide, 2 : type à liquide, 3 : autres (dans le cas de « 3 », définir son type) |
| 34 | Type d'élimination de l'oxygène, si requise |  | 1 : combustion sous hydrogène, 2 : autres. dans le cas de « 2 », préciser son type |
| 35 | Nettoyage d'absorbant et son type, le cas échéant |  | 1 : oui, 2 : non |
| 36 | Méthode de traitement des déchets |  | 1 : traitement sur site, 2 : traitement par des tierces parties après transport |
| 37 | Entraînement d'équipement rotatif important (ventilateur à effluent gazeux, compresseur de CO2) |  | 1 : moteur électrique, 2 : turbine à vapeur, 3 : combinaison des deux (dans ce cas, définir chaque entraînement) |
| 38 | Mode de fonctionnement de l'installation de captage en post-combustion (PCC) |  | 1 : charge stable, 2 : suivi de charge selon demande de la centrale électrique hôte, 3 : démarrages/arrêts fréquents |
| 39 | Nécessité d'un fonctionnement en charge partielle sur une longue durée |  | 1 : oui, 2 : non |

**Tableau F.1** (*suite*)

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **N° d'élément et sa description** | | **Vérification** | **Option** |
| **Utilisation de la chaleur perdue entre la centrale électrique hôte et l'installation de captage en post-combustion (PCC)** | | | |
| 40 | Chaleur perdue par la centrale électrique hôte transférée à l'installation de captage en post-combustion (PCC) |  | 1 : oui, 2 : non |
| 41 | Chaleur perdue par l'installation de captage en post-combustion (PCC) utilisée par la centrale électrique hôte |  | 1 : oui, 2 : non |
| **Informations sur la centrale électrique** | | | |
| 41 | Production de la centrale électrique hôte (dans le cas d’une chaudière à charbon) |  | 1 : production ultra-supercritique, 2 : production supercritique, 3 : production sous-critique |
| 42 | Puissance de sortie nette nominale de la centrale électrique hôte |  | [MW] |
| 43 | Éventuelle limitation de sortie dans le cas où l'installation de captage est hors service suite à l'ajout d'une installation de captage en post-combustion (PCC) par rapport au cas sans installation de captage en post-combustion (PCC) |  | 1 : oui, 2 : non |
| 44 | Catégorie de combustible [1]f pour la centrale électrique hôte |  | 1 : charbon, 2 : mazout lourd, 3 : mazout léger, 4 : gaz naturel, 5 : autres |
| 45 | Consommation de combustible (1)a à la condition de référence de l'installation sans PCC |  | [t/a] ou [1 000 Nm3/a] |
| 46 | Pouvoir calorifique inférieur du combustible [1]f (type) |  | [kJ/kg] ou [kJ/Nm3] |
| 47 | Rendement thermique (= entrée d'énergie thermique/sortie d'énergie électrique nette) de la centrale électrique hôte à la condition de référence de l'installation sans PCC |  | [kJ/kWh] |
| 48 | Émissions spécifiques du combustible [1]f (types) |  | [kg/kJ] |
| 49 | Puissance de sortie nette nominale de l'unité auxiliaire |  | [MW] |
| 50 | Rendement thermique de l'unité auxiliaire à la condition de référence de l'installation sans PCC |  | [kJ/kWh] |
| 51 | Catégorie de combustible [2]f pour l'unité auxiliaire |  | 1 : charbon, 2 : mazout lourd, 3 : mazout léger, 4 : gaz naturel, 5 : autres |
| 52 | Consommation de combustible [2]f à la condition de référence de l'installation sans PCC |  | [t/a] ou [1 000 Nm3/a] |
| 53 | Pouvoir calorifique inférieur du combustible [2]f (type) |  | [kJ/kg] ou [kJ/ Nm3] |
| 54 | Émissions spécifiquesd du combustible [2]f |  | [kg/kJ] |
| a Il convient de prévoir une colonne supplémentaire si nécessaire pour répondre aux points notés.  b L'interface spatiale est aussi proche que possible de l'installation de captage en post-combustion (PCC) à proprement dite.  c Notamment en renfort de l'installation existante.  d Se référer à la Formule (D.4) de l'Annexe D.  e Vérifier la description du projet et la configuration prédominante qui peuvent avoir un impact sur l'évaluation ci-après en se reportant à la Figure 2.  f Le numéro entre crochets indique le type de combustible spécifié dans la colonne Option. | | | |

**Tableau F.2 — Exigences relatives au procédé et paramètres mesurés**

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Élément** | | **N° de référence** | **Appliqué ou pas** |  | **Paramètres** | | | **Méthode de mesure** | **Condition d'essai avec PCC en service** | |
| **Éléments** | | **Unité** | **Valeur à la condition de référence de l'installation** | **Valeur obtenue par essai** |
| Effluent gazeux en entréeb | Effluent gazeux provenant de la chaudière (centrale électrique hôte)a | 10 | O |  | Débit | | Nm3/h | d |  |  |
| Effluent gazeux provenant du cycle GTCC (centrale électrique hôte)a | 10 | O | Masse volumique | | kg/Nm3 | d |  |  |
| Effluent gazeux provenant d'une chaudière ou d'une turbine GT auxiliairea | 11 | O | Composant | H2O | % (v/v) | d |  |  |
|  |  |  | CO2 | % (v/v) sur base sèche | d |  |  |
| O2 | % (v/v) sur base sèche | d |  |  |
| N2/Ar | % (v/v) sur base sèche |  | Reste | Reste |
| Impuretés | NOX | mg/Nm3 sur base sèche |  |  |  |
| NO2 | mg/Nm3 sur base sèche |  |  |  |
| SOX | mg/Nm3 sur base sèche |  |  |  |
| SO3 | mg/Nm3 sur base sèche |  |  |  |
| HCl | mg/Nm3 sur base sèche |  |  |  |
| HF | mg/Nm3 sur base sèche |  |  |  |
| NH3 | mg/Nm3 sur base sèche |  |  |  |
| VOC | mg/Nm3 sur base sèche | c |  |  |
| Matière PM | | mg/Nm3 sur base sèche |  |  |  |
| Brouillard (gouttelettes d'eau) | | mg/Nm3 sur base sèche |  |  |  |
| Température | | oC | d |  |  |
| Pression (manométrique) | | kPa | d |  |  |

**Tableau F.2** (*suite*)

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Élément** | | **N° de référence** | **Appliqué ou pas** |  | **Paramètres** | | | **Méthode de mesure** | **Condition d'essai avec PCC en service** | |
| **Éléments** | | **Unité** | **Valeur à la condition de référence de l'installation** | **Valeur obtenue par essai** |
| Effluent gazeux traité | Effluent gazeux traité vers l'atmosphère | 101 | O |  | Débit | | Nm3/h | d |  |  |
| Effluent gazeux traité vers cheminée | 7 | N | Masse volumique | | kg/Nm3 | d |  |  |
| Composant | H2O | % (v/v) | d |  |  |
| CO2 | % (v/v) sur base sèche | d | e |  |
| O2 | % (v/v) sur base sèche |  |  |  |
| Impuretés | NOX | mg/Nm3 sur base sèche |  |  |  |
| SOX | mg/Nm3 sur base sèche |  |  |  |
| VOC | mg/Nm3 sur base sèche | c |  |  |
| Absorbant | mg/Nm3 sur base sèche | c |  |  |
| Produit de dégradation de l'absorbant | mg/Nm3 sur base sèche | c |  |  |
| Matière PM | | mg/Nm3 sur base sèche |  |  |  |
| Brouillard | | mg/Nm3 sur base sèche |  |  |  |
| Température | | oC | d |  |  |
| Pression (manométrique) | | kPa | d |  |  |
| Flux de CO2 produit | | 5 | O |  | Débit | | t/h | d |  |  |
| Composant | CO2 | % mol sur base sèche | d |  |  |
| H2O | mg/Nm3 sur base sèche | d |  |  |
| O2 | mg/Nm3 sur base sèche |  |  |  |
| Impuretés | N2 | mg/Nm3 sur base sèche |  |  |  |
| Absorbant | mg/Nm3 sur base sèche | c |  |  |
| Produit de dégradation de l'absorbant | mg/Nm3 sur base sèche | c |  |  |
| Siccatif | mg/Nm3 sur base sèche |  |  |  |
| Matière PM | | mg/Nm3 sur base sèche |  |  |  |
| Température | | oC | d |  |  |

**Tableau F.2** (*suite*)

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Élément** | **N° de référence** | **Appliqué ou pas** |  | **Paramètres** | | | **Méthode de mesure** | **Condition d'essai avec PCC en service** | |
| **Éléments** | | **Unité** | **Valeur à la condition de référence de l'installation** | **Valeur obtenue par essai** |
|  |  |  |  | Pression (manométrique) | | kPa | d |  |  |
| Conditions sur site | Température via thermomètre à bulbe sec | | | | | oC |  |  |  |
| Température via thermomètre à bulbe humide | | | | | oC |  |  |  |
| Humidité absolue | | | | kg d'eau/kg d'air anhydre | |  |  |  |
| Pression atmosphérique ambiante (manométrique) | | | | kPa | |  |  |  |
| Altitude | | | | m au-dessus du niveau de la mer | |  |  |  |
| a Pour toutes les conduites transportant l’effluent gazeux qui entrent dans l'installation de captage en post-combustion (PCC), il convient de donner toutes les informations requises sur les composants répertoriés dans la colonne Paramètres ainsi que les informations sur l’effluent gazeux relatives à l'installation de captage en post-combustion (PCC) qui découlent des calculs. Dans ce cas, il convient de prendre en considération un mélange approprié pour éviter une réaction ou la condensation de la phase gazeuse.  b La concentration en impuretés de l’effluent gazeux a un impact sur la spécification de prétraitement et la définition de ces composants est utilisée pour évaluer la consommation de produits chimiques associée dans les Tableaux F.3 et F.6.  c La méthode de définition et de mesure dépend de la réglementation locale, le cas échéant.  d Se référer au Tableau C.2.  e L’efficacité du captage de l'absorbeur est calculée dans les Formules (1), (2) et (3) en 5.3. | | | | | | | | | |

**Tableau F.3 — Liste récapitulative des utilitésa**

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **N° de l'utilité** | **(1) Énergie électrique** | | | | **(2) Vapeur / Source d'énergie thermique** | | | **(3) Eau de refroidissement (CW)** | **(4) Produit chimique (rapport)** | | |
| **Détails ou spécification** | **Désactiveur ou unité de prétraitement de l’effluent gazeux** | **Captage du CO2** | **Compression du flux de CO2** | **Système d’utilités** | **Vapeur HP** | **Vapeur MP** | **Vapeur LP** | **Absorbant** | **Produit chimique 1**b | **Produit chimique 2**b |
| **Pression d'entrée (manométrique) (MPa)** | | | | **Phase du produit tel que reçu** | | |
|  |  |  |  |  |  |  |
| **Température d'entrée (°C)** | | | | **Concentration du produit tel que reçu (% (m/m))** | | |
|  |  |  |  |  |  |  |
| Consommation | Puissance (MW) | | | | Débit (kg/h) | | | Besoins en eau de refroidissement (CW) (MW) | (kg/t de CO2) avec une pureté de 100 % (m/m) | (kg/h) avec une pureté de 100 % (m/m) | (kg/h) avec une pureté de 100 % (m/m) |
| Installation de captage en post-combustion (PCC) (fonctionnement normal) |  |  |  |  |  |  |  | f |  |  |  |
| Installation de captage en post-combustion (PCC) (fonctionnement intermittent)c |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| Puissance électrique requise d’une pompe à eau de refroidissement (CW)d | f | | | |  |  |  |  |  |  |  |
| Totale | g | | | |  |  |  |  |  |  |  |
| Remarques | Pression du CO2 (manométrique) en entrée du compresseur de CO2 (kPa) : | | | | Voir détails du Tableau F.4, il convient de se référer aux références 35A/B, 40 et/ou vapeur 36, 41 (sur la Figure 2). | | | Voir détails du Tableau F.5. | La consommation du Tableau F6 peut être corrigée pour être transposée à la condition de référence sur la base du Tableau F.2 | | |
| a La condition d'essai est la condition de référence de l'installation ou une autre condition convenue entre les parties liées avec une valeur à la limite de l'installation de captage en post-combustion (PCC).  b Il convient de spécifier le nom de la substance réelle et d'ajouter des colonnes si nécessaire.  c Si un fonctionnement intermittent est nécessaire, par exemple, pour nettoyer ou régénérer l'absorbant ou le catalyseur, il convient d'enregistrer les valeurs moyennes sur cette période ainsi que les informations relatives à sa fréquence et à sa durée.  d  Puissance électrique requise d’une pompe à eau de refroidissement (CW) définie à la Formule (6) en 6.4.1 et calculée à la Figure F.5.  e  Les valeurs moyennes sur un fonctionnement normal et un fonctionnement intermittent avec trois cycles au minimum.  f La valeur notée dans la colonne correspondante « total » de PCW et ΦCW du Tableau F.5, respectivement.  g Puissance électrique requise de l’installation du captage en post‐combustion (PCC) (PPCC) | | | | | | | | | | | |

**Tableau F.4 — Calcul de la consommation d'énergie thermique**a

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Référence**a | **Description du flux** | **Provenance** | **Destination** | **Système de chauffage** | **Utilisation en fonctionnement normal (N) ou intermittent (I)** | 𝑃LGPb,f | QTb | FH b | **Entrée ou sortie** | | | **Cpmoyennen**b,c |
| THb | PHb  **(manométrique)** | EHb |
| **MW** | **kJ/s** | **kg/h** | **oC** | **MPa** | **kJ/kg** | **kJ/(kgK)** |
| 35A | Vapeur LP | Centrale électrique hôte | Système de répartition de vapeur | Vapeur (entrée) | N |  |  | d | d | d |  |  |
| 35B | Vapeur MP ou HP | Centrale électrique hôte | Système de répartition de vapeur | Vapeur (sortie) | I |  |  | d | d | d |  |  |
| 40 | Retour de condensat SCb alimentant la centrale électrique hôte | Système de répartition de vapeur | Centrale électrique hôte | Condensat SC (sortie) | N |  |  | d | d | d |  |  |
| 37A | Vapeur LP | Système de répartition de vapeur | Installation de captage en post-combustion (PCC) | Vapeur (entrée) | N | ― |  |  |  |  |  |  |
| 37B | Vapeur MP ou HP | Système de répartition de vapeur | Installation de captage en post-combustion (PCC) | Vapeur (sortie) | N | ― |  |  |  |  |  |  |
| 37C | Vapeur MP ou HP vers entraînement de turbine STb | Système de répartition de vapeur | Installation de captage en post-combustion (PCC)  (entraînement de turbine ST) | Vapeur (entrée) | N | ― |  |  |  |  |  |  |
| 38 | Vapeur de turbine ST | Installation de captage en post-combustion (PCC)  (entraînement de turbine ST) | Système de répartition de vapeur | Vapeur (sortie) | N | ― |  |  |  |  |  |  |
| 39A | Condensat SC provenant de l'installation de captage en post-combustion (PCC) | Installation de captage en post-combustion (PCC) | Système de répartition de vapeur | Condensat SC (sortie) | N | ― |  |  |  |  |  |  |
| 39B | Condensat SC provenant de l'entraînement de turbine ST | Installation de captage en post-combustion (PCC)  (entraînement de turbine ST) | Système de répartition de vapeur | Condensat SC (sortie) | N | ― |  |  |  |  |  |  |

**Tableau F.4 — Calcul de la consommation d'énergie thermique**a

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Référence**a | **Description du flux** | **Provenance** | **Destination** | **Système de chauffage** | **Utilisation en fonctionnement normal (N) ou intermittent (I)** | 𝑃LGPb,f | QTb | FH b | **Entrée ou sortie** | | | **Cpmoyenne**b,c |
| THb | PHb  **(manométrique)** | EHb |
| **MW** | **kJ/s** | **kg/h** | **oC** | **MPa** | **kJ/kg** | **kJ/(kgK)** |
| 115 | Utilisation par l’installation de captage en post‐combustion (PCC) de la chaleur perdue par le système de répartition de vapeur (retour) | Installation de captage en post-combustion (PCC) | Système de répartition de vapeur | Liquide (Sortie) | N | ― |  |  |  |  |  |  |
| 116 | Utilisation par l’installation de captage en post‐combustion (PCC) de la chaleur perdue par le système de répartition de vapeur (alimentation) | Système de répartition de vapeur | Installation de captage en post-combustion (PCC) | Liquide (entrée) | N | ― |  |  |  |  |  |  |
| 57 | Chaleur perdue par la centrale électrique destinée à l'installation de captage en post-combustion (PCC)  Alimentation (référence 57)  Retour (référence 58) | Centrale électrique hôte | Installation de captage en post-combustion (PCC) | Liquide (entrée) | N |  | e |  |  |  |  |  |
| 58 | Installation de captage en post-combustion (PCC) | Centrale électrique hôte | Liquide (Sortie) | N |  | e |  |  |  |  |  |
| a Se référer à la Figure 2 et la Figure 4 pour connaître la position du flux et sélectionner ce qui est approprié par rapport à la situation réelle.  b Définition des symboles et abréviations :  𝑃LGP : Variation de puissance de sortie brute due à l’extraction de vapeur réalisée sur le cycle de vapeur de la centrale électrique hôte et/ou sur une unité auxiliaire  QT : puissance calorifique= FH × EH/3 600, FH : débit massique, TH : température, PH : pression, EH : enthalpie, Cpmoyenne : capacité calorifique massique moyenne à pression constante  ST : turbine à vapeur, SC : condensat de vapeur.  c Valeurs moyennes en l'absence de changement de phase.  d Il convient que la valeur pour les flux n° 35A/B et 40 soit reprise des éléments 2 et 7 du Tableau F.7. Si la vapeur provient d'un système de production de vapeur auxiliaire, il convient d'ajouter les flux n° 35 et 41 dans le Tableau F.4 pour évaluer l'influence sur la source d'alimentation en vapeur.  e Cette valeur peut être utilisée pour le calcul du rendement du combustible des éléments 34 et 35 du Tableau F.7 pour évaluer l'influence de l'intégration de chaleur réalisée par l'installation de captage en post-combustion (PCC).  f Il convient que la variation soit évaluée par simulation. | | | | | | | | | | | | |

**Tableau F.5 — Récapitulatif des besoins en eau de refroidissement (CW)a**

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Référence**a | **Éléments** | **Provenance** | **Destination** | **Système de refroidissement** | **Utilisation en fonctionnement normal (N)**  **ou intermittent (I)** | *P*CWbb | *Φ*CWbb | **Côté alimentation** | | **Côté retour** | | *C*PCWb | **ρ**CWb | FCWb | *η* pb,c | *η* Mb,c |
| *T*CWinb | *P*CWinb  **(manométrique)** | *T*CWoutb | *P*CWoutb  **(manométrique)** |
| **MW** | **kJ/h** | **K** | **kPa** | **K** | **kPa** | **kJ/(kgK)** | **kg/m3** | **m3/h** | **%** | **%** |
| 42A | Alimentation en eau de refroidissement (CW) | Production d’eau de refroidissement (CW) | Prétraitement | CW | N |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 43A | Retour d’eau de refroidissement (CW) | Prétraitement | Production d’eau de refroidissement (CW) | CW | N |
| 42B | Alimentation en eau de refroidissement (CW) | Production d’eau de refroidissement (CW) | Captage de CO2 | CW | N |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 43B | Retour d’eau de refroidissement (CW) | Captage du CO2 | Production d’eau de refroidissement (CW) | CW | N |
| 42C | Alimentation en eau de refroidissement (CW) | Production d’eau de refroidissement (CW) | Compression du flux de CO2 | CW | N |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 43C | Retour d’eau de refroidissement (CW) | Compression du flux de CO2 | Production d’eau de refroidissement (CW) | CW | N |
| 44A | Chaleur dégagée par le refroidisseur d'air à ailettes intégré dans le procédé | Prétraitement | ATM. | Air | N | d | d |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 44B | Captage du CO2 | ATM. | Air | N | d | d |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 44C | Compression du flux de CO2 | ATM. | Air | N | d | d |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 55 | Chaleur perdue par l'installation de captage en post-combustion (PCC) destinée à la centrale électrique hôte ou retour référence 56 | Installation de captage en post-combustion (PCC) | Centrale électrique hôte | CNDb | N | e | e |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 56 | Chaleur perdue par la centrale électrique hôte destinée à l’installation de captage en post‐combustion (PCC) ou retour référence 55 | Centrale électrique hôte | Installation de captage en post-combustion (PCC) | CNDb | N |
| 110 | Alimentation en eau de refroidissement (CW) | Host power plant CW system | Production d’eau de refroidissement (CW) | CW | N | h | g |  | f |  | f |  |  |  |  |  |
| 111 | Retour d’eau de refroidissement (CW) | Production d’eau de refroidissement (CW) | Système d’eau de refroidissement (CW) de la centrale électrique hôte | CW | N |
| Total | | | | | |  |  |  | | | | | | | | |
| a Se référer à la Figure 2 et à la Figure 5 pour connaître la position du flux et sélectionner ce qui est approprié par rapport à la situation réelle  b Définition des références et abréviations :  *P*CW : puissance électrique requise de la pompe à eau de refroidissement (CW), *Φ*CW : puissance calorifique de refroidissement, *T*CWin : température de l’eau de refroidissement (CW) du côté alimentation, *P*CWin : pression de l’eau de refroidissement (CW) du côté alimentation, *T*CWout : température de l’eau de refroidissement (CW) du côté retour, *P*CWout : pression de l’eau de refroidissement (CW) du côté retour, *c*p CW : capacité calorifique massique de l’eau de refroidissement (CW), *ρ*CW : masse volumique de l’eau de refroidissement (CW), *F*CW : débit de l'eau de refroidissement (CW), *η* P : rendement de la pompe, *η* M : rendement de la pompe, CND : condensat.  c Supposé.  d *P*CW est la valeur hypothétique de la puissance électrique requise de la pompe à eau de refroidissement (CW) sur la base d'un seul passage, et il convient de déduire du calcul la puissance électrique requise du refroidisseur d’air à ailettes. Si un tel calcul n'est pas possible, *P*CW et *Φ*CW de cette référence ne sont pas prises en compte dans le total.  e Cette valeur peut être utilisée pour l'élément 9 du Tableau F.7 afin de prendre en compte l'influence de l'intégration de chaleur réalisée par l'installation de captage en post-combustion (PCC), qui n’est pas prise en compte dans le total de ce tableau.  f Pression d'eau de refroidissement (CW) supplémentaire requise à la limite de l’installation de captage en post‐combustion (PCC).  g Il convient de déduire la valeur de cette colonne du total pour calculer la puissance électrique requise de la pompe à eau de refroidissement (CW).  h Si la pompe supplémentaire est nécessaire pour l'alimentation et le retour, il convient d'ajouter sa puissance électrique. | | | | | | | | | | | | | | | | |

**Tableau F.6****— Conditions limites de la consommation d'absorbant et de produits chimiques**

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Référence**a | **Catégorie** | **Élément** | **Concentration obtenue par essai** | **Utilisation en fonctionnement normal (N) ou intermittent (I)** | **Débit à la condition d'essai avec PCC en service (kg/h) obtenu par essai** c | | | | |
| **[% (m/m)]** | **Désactiveur ou unité de prétraitement de l’effluent gazeux** | **Prétraitement supplémentaire** | **Captage du CO2** | **Compression du flux de CO2** | **Système d’utilités** |
| 18 | Absorbant et produits chimiques (kg/h) | Absorbant  /additifs |  | N |  |  |  |  |  |
| 48D | Agent anti‐mousse |  | I |  |  |  |  |  |
| 48 | Produits chimiques (remplir la colonne correspondante du produit chimique appliqué. Les produits chimiques suivants sont couramment appliqués) | | | | | | | |
| 48D | Soude caustique |  | N |  |  |  |  |  |
| Soude caustique |  | I |  |  |  |  |  |
| 48D | Acide sulfurique |  | I |  |  |  |  |  |
| 48D | Triéthylène glycol (siccatif) |  | I |  |  |  |  |  |
| 48Db | b |  | I |  |  |  |  |  |
| a Se référer à la Figure 2.  b Si d'autres produits chimiques sont nécessaires, il convient de prévoir des colonnes supplémentaires pour répondre.  Le produit chimique utilisé pour le retraitement des eaux usées et des déchets peut être noté après spécification des eaux usées et de la limite réglementaire ou requise de la composition d'effluent  c Valeurs moyennées pour la période d'essai ou de mesure. | | | | | | | | | |

**Tableau F.7 — Exemple de méthode de calcul d'ICP associé à une centrale électrique avec une turbine de condensation à grande échelle**

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **N°** | | **Éléments mesurés/de calcul**  **(Motif de l'écart par rapport à la condition de référence)**a | | **Conditions des éléments avec PCC en service et/sans PCC (installation de référence) (2 cas)** | | **Unité** | | **Valeur de référence de l'installation** | **Valeur obtenue par essai** | **Correction à la condition de référence de l'installation** | |
| **Entrée de chaleur** | **Puissance de sortie** |
| **FACTEURS DE CORRECTION ADDITIFS DANS L'ÉVALUATION DE LA PERFORMANCE DE BASE** e,i | | | | | | | | | | | |
| 1 | Vapeur de procédé destinée à la centrale électrique hôte (motif opérationnel) | | | Débit (dégagement de chaleur) | | kg/s | |  |  | ω１ | Δ１ |
| Pression | | kPa | |  |  |
| Température | | oC | |  |  |
| 2 | Vapeur de procédé destinée à l'installation de captage en post-combustion (PCC) en service  (motif opérationnel) | | | Débit (dégagement de chaleur) | | kg/s | |  |  |
| Pression | | kPa | |  |  |
| Température | | oC | |  |  |
| 3 | Facteur de puissance pour chaque générateur (motif opérationnel) | | | Turbine à gaz | | — | |  |  | ω２ | Δ２ |
| Turbine à vapeur | | — | |  |  |
| 4 | Baisse de pression du générateur de vapeur (motif opérationnel) | | | Chaudière | | % | |  |  | ω3 | Δ3 |
| Générateur HRSG (HP) | | % | |  |  |
| Générateur HRSG (LP) | | % | |  |  |
| 5 | Eau d’appoint (motif opérationnel) | | | Température | | oC | |  |  | ω4 | Δ4 |
| Débit (appoint ou excès) | | kg/s | |  |  |
| 6 | Condensat de procédé destiné à la centrale électrique hôte (motif externe) | | | Température d'entrée thermique secondaire | | oC | |  |  |
| Pression | | kPa | |  |  |
| 7 | Condensat de procédé destiné à l'installation de captage en post-combustion (PCC) en service (motif externe) | | | Débit | | kg/s | |  |  |
| Pression | | kPa | |  |  |
| 8 | Rapport de retour de condensat de procédé (motif externe) | | | | | % | |  |  |
| 9 | Chaleur perdue par l'installation de captage en post-combustion (PCC) transférée à la centrale électrique hôte (entrée de chaleur secondaire) (motif opérationnel) | | | | | kJ/s | |  |  |
| 10 | Température de l'air ambiant (motif externe) | | | | | oC | |  |  | ω5A | Δ5A |
| 11 | Température d'entrée de l'eau de refroidissement (CW) (motif externe) | | | | | oC | |  |  | ω5B | Δ5B |
| 12 | Utilisation de puissance auxiliaire mesurée (*Pmes, Aux*) comme une moyenne = *Pmes, Aux PP + P PCC* f (motif opérationnel) | | | | Pour la centrale électrique g (*Pmes, Aux PP*) | kW | |  |  | ω6 | Δ6 |
| Pour une installation de captage en post-combustion (PCC) (*P PCC*) après déduction de la puissance électrique requise pour la pompe à eau de refroidissement (CW) notée dans le Tableau F.3 | kW | |  |  |
| 13 | Pression du condensateur (motif externe) | | | | | kPa | |  |  | ωSC | ΔSC |
| 14 | Différence de puissance mesurée par rapport à celle spécifiée, si l'objectif est la puissance prédéterminée, ou dépôt en fonctionnement légèrement différent de celui requis, en cas d'essai de dépôt spécifié | | | | | kW | |  |  | ω7 | Δ7 |
| **FACTEURS DE CORRECTION MULTIPLICATIFS DANS L'ÉVALUATION** **DE LA PERFORMANCE DE BASE** dh | | | | | | | | | | | |
| 15 | Température d'entrée notamment température du combustible et température de l'air (motif externe) | | | | | | oC |  |  | β１ | α１ |
| 16 | Pression de l'air ambiant (motif externe) | | | | | | kPa |  |  | β2 | α2 |
| 17 | Humidité relative ambiante (motif externe) | | | | | | % |  |  | β3 | α3 |
| 18 | Température d'alimentation en combustible (pour cycle GTCC) (motif externe) | | | | | | oC |  |  | β4 | α4 |
| 19 | Analyse élémentaire du charbon et analyse de l'absorbantk (motif externe) | | Composition (% (m/m)) (carbone, soufre, hydrogène, eau, azote, oxygène, cendres), pouvoir calorifique supérieur (kJ/kg) | | | | % (m/m) kJ/kg |  |  | β4 | α5 |

**Tableau F.7** (*suite*)

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **N°** | | **Éléments mesurés/de calcul**  **(Motif de l'écart par rapport à la condition de référence)**a | | | | | **Conditions des éléments avec PCC en service et/sans PCC (installation de référence) (2 cas)** | | | **Unité** | **Valeur de référence de l'installation** | **Valeur obtenue par essai** | | **Correction à la condition de référence de l'installation** | | |
| **ÉNERGIE D'ENTRÉE PAR CALCUL DE LA CONSOMMATION DE COMBUSTIBLE OU RENDEMENT DU COMBUSTIBLE PAR BILAN ÉNERGÉTIQUE DU GÉNÉRATEUR DE VAPEUR** | | | | | | | | | | | | | | | | **Résultats** |
| 20 | Méthode du bilan énergétique | | Perte (QrL) | Somme nette de l'énergie transférée par l'écoulement entrant (en excluant l'énergie de combustion du combustible) et par une réaction chimique exothermique et de l'énergie de force motrice de l'équipement auxiliaireb, (kW) | | | | | | | | | | | |  |
| 21 | Apport (QrB) | Somme nette de l'énergie extraite (en excluant la sortir de vapeur externe) par l'écoulement sortant et par une réaction chimique endothermique et de la chaleur convective transférée à l'environnementc, (kW) | | | | | | | | | | | |  |
| 22 | Sortie d'énergie (QrO) i | | | | | =①+②+③−④−⑤+⑥−⑦−⑧ (cas habituel autour du générateur de vapeur) | | | | | | | |  |
| 23 | Vapeur primaire (sortie) | | | | | Débit (kg/s) | Enthalpie (kJ/kg) | | | | Énergie (kW) ① | | |  |
| 24 | Vapeur auxiliaire (sortie) | | | | | Débit (kg/s) | Enthalpie (kJ/kg) | | | | Énergie (kW) ② | | |  |
| 25 | Baisse de pression (sortie) | | | | | Débit (kg/s) | Enthalpie (kJ/kg) | | | | Énergie (kW) ③ | | |  |
| 26 | Eau alimentaire (entrée) | | | | | Débit (kg/s) | Enthalpie (kJ/kg) | | | | Énergie (kW) ④ | | |  |
| 27 | Eau d'injection pour pompe de circulation (entrée) | | | | | Débit (kg/s) | Enthalpie (kJ/kg) | | | | Énergie (kW) ⑤ | | |  |
| 28 | Vapeur de réchauffage chaude (sortie) | | | | | Débit (kg/s) | Enthalpie (kJ/kg) | | | | Énergie (kW) ⑥ | | |  |
| 29 | Eau de désurchauffeur pour vapeur de réchauffage chaude (entrée) | | | | | Débit (kg/s) | Enthalpie (kJ/kg) | | | | Énergie (kW) ⑦ | | |  |
| 30 | Vapeur de réchauffage froide (entrée) | | | | | Débit (kg/s) | Enthalpie (kJ/kg) | | | | Énergie (kW) ⑧ | | |  |
| 31 | L'énergie d'entrée du combustible (QrF)j =QrO+QrL-QrB (QrF peut généralement être obtenue par calcul du bilan thermique) | | | | | | | | | | Énergie (kW) | | |  |
| 32 | Rendement du combustible (%) =100x(Q100-QpL-QpB où QpL=100x(QrL/QrF)% et QpB =100x(QrB/QrF)% | | | | | | | | | | % | | |  |
| 33 | Méthode de calcul de la consommation de combustible | | | | HHV : pouvoir calorifique supérieur du combustible corrigé sur la base d'une pression constante ⇒Calculer le pouvoir calorifique inférieur en utilisant l'élément 19 | | | | | | | | kJ/kg | | |  |
| 34 | QrFmes = qm x HHV où qm (kg/s) est la vitesse de combustion du combustible | | | | | | | | kW | | |  |
| **CALCUL DU RENDEMENT THERMIQUE ET ANALYSE** | | | | | | | | | | | | | | | **Unité** | **Résultats** |
| 35 | Puissance brute mesurée (Pg,mes)  (N=un générateur individuel, k = nombre total de générateurs) | | | | | | | | | | | | | | kW |  |
| 36 | Puissance nette mesurée de l'installation (Pmes) Pmes = Pg,mas – Pmas,Aux – Pperte de transformateur  – Pperte en ligne | | | | | | | | | | | | | | kW |  |
| 37 | Puissance nette corrigée (Pcorr) | | | | | | | | | | | | | | kW |  |
| 38 | Entrée de chaleur (Qmas) Qmas =[(HHV)x(qm)]combustible  ou = (QrO )x(rendement du combustible) /100 e | | | | | | | | | | | | | | kW |  |
| 39 | Entrée de chaleur corrigée (Qcorr) | | | | | | | | | | | | | | kW |  |
| 40 | Rendement thermique (HRmes) HRmes = 3600ｘQmes / Pmes | | | | | | | | | | | | | | kJ/kWh |  |
| 41 | Rendement thermique corrigé (*HRcorr*) HRcorr =3600ｘQcorr / Pcorr | | | | | | | | | | | | | | kJ/kWh |  |
| 42 | Diminution de puissance due à l'extraction de vapeur du cycle vapeur (PLGP) | | | | | PLGP = [Pg,mes]sans PCC en service − [Pg,mes]avec PCC en service | | | | | | | | | kW |  |

**Tableau F.7** (*suite*)

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **N°** | | **Éléments mesurés/de calcul**  **(Motif de l'écart par rapport à la condition de référence)**a | **Conditions des éléments avec PCC en service et/sans PCC (installation de référence) (2 cas)** | **Unité** | **Valeur de référence de l'installation** | **Valeur obtenue par essai** | **Correction à la condition de référence de l'installation** | | |
| 43 | [CO2 capté]avec PCC en service = (q m CO2) | | | | | | | t/h |  |
| 44 | Émissions spécifiques du combustible (FSE) = 44/12x(𝑤𝐶/100)x(1/LHVcombustible) voir Formule (D-4) | | | | | | | kg/kJ |  |
| 45 | Consommation spécifique d’énergie électrique équivalente (SEEC) =(PLGP + PPCC) / (q m CO2) | | | | | | | kWh/t |  |
| 46 | Émissions de CO2 d’une centrale électrique de référence (qm CO2e,ref) = (3,6)x[Qcorr]sans PCC en service x(FSE)x(LHV)/(HHV) | | | | | | | t/h |  |
| 47 | Émissions de CO2 provenant d'une centrale électrique avec installation de captage en post-combustion (PCC) ( qm CO2e,cap) = (3,6)x[Qcorr]avec PCC en service x(FSE)x(LHV)/(HHV)- q m CO2 | | | | | | | t/h |  |
| 48 | Réduction spécifique des émissions de CO2 (SRCE) = qm CO2e,ref /[Pcorr]sans PCC en service- qm CO2e,cap /[Pcorr]avec PCC en service | | | | | | | t/MWh |  |
| a Une condition opérationnelle (= motif opérationnel) ou une condition externe incontrôlable (= motif externe) nécessitent une correction et, si besoin, il convient d'ajouter une colonne.  b L'eau de refroidissement (CW), le gaz anhydre, l'eau provenant de la chaudière, la vapeur d'eau dans le combustible gazeux, l'humidité de l'air, etc., sont pris en compte. Se reporter à l'ASME PTC 4-2013.  c L'air anhydre d'entraînement, l'humidité de l'air d'entrée, la chaleur sensible du combustible, la sulfatation, la puissance de l'équipement auxiliaire, etc., sont pris en compte. Se reporter à l'ASME PTC 4-2013.  d Certains éléments sont importants et d'autres peuvent être ignorés en fonction du cas. Il convient de ne pas réaliser de double correction entre l'entrée de chaleur et la puissance de sortie.  e S'il est impossible de mesurer le débit de combustible directement, Qmes peut être calculé à partir de QrO et du rendement du combustible du générateur de vapeur.  f Dans le cas d'un équipement fonctionnant par intermittence, il convient que la période retenue pour le calcul de la moyenne couvre au moins trois cycles de fonctionnement de l'équipement.  g P) Elle peut inclure un système de contrôle de la qualité de l'air, un traitement des matériaux/déchets pour la centrale électrique. Il convient d'inclure dans cette catégorie le système d'utilités, l'augmentation de la puissance consommée due à l'ajout d'un système de désulfurisation FGD venant en renfort d'un système existant ou ajouté pour les besoins d’une installation de captage en post-combustion (PCC), et la réduction de la puissance consommée sur une alimentation en eau de refroidissement (CW) par une installation de captage en post-combustion (PCC), le cas échéant.  h Pour chaque projet, il convient de définir la relation de dépendance de f *ω*n,Δn,αn et *β*n pour chaque paramètre de correction. Se reporter à l'ASME PTC-46 -1996.  i Énergie absorbée par le fluide de travail qui n'est pas récupéré dans la limite du générateur de vapeur.  j Quantité maximale d'énergie disponible lorsque la combustion du combustible est totale.  k Absorbant utilisé du côté centrale électrique. | | | | | | | | | |