



RÉPUBLIQUE
FRANÇAISE

*Liberté
Égalité
Fraternité*



Avril 2025

PROJET GLOBAL CIGÉO
DOSSIER DE CHIFFRAGE



PIÈCE 10

Chiffrage des coûts d'investissement du système de transfert incliné des hottes (SS8)



Projet global Cigéo

Dossier de chiffrage

Pièce 10: Chiffrage des coûts d'investissement du système de transfert incliné des hottes (SS8)

CG-TE-D-NTE-AMOA-EEE-0000-23-0010/A

Sommaire

1. L'objet du document	5
2. Le périmètre technique des configurations chiffrées	7
2.1 <i>Le périmètre technique du système de transfert incliné des hottes (sous-système 8)</i>	8
2.1.1 Le principe du système de transfert incliné des hottes HA et MA-VL	8
2.1.2 Les ensembles constituant le système de transfert incliné des hottes HA et MA-VL	9
2.2 <i>Les variantes liées aux deux voies de gestion pour le stockage des colis de déchets bitumés</i>	10
2.3 <i>Le portefeuille des optimisations techniques et les configurations 1, 2 et 3</i>	10
2.3.1 Les optimisations à effets directs	10
2.3.2 Les optimisations à effets induits ou indirects	10
2.4 <i>Les grandeurs caractéristiques des configurations chiffrées</i>	11
3. L'estimation des coûts	13
3.1 <i>La méthodologie et les hypothèses de chiffrage</i>	14
3.2 <i>Le périmètre et les exclusions du chiffrage</i>	15
3.3 <i>L'estimation des coûts</i>	16
4. Les écarts par rapport au dossier de chiffrage d'octobre 2014	17
4.1 <i>La synthèse des écarts</i>	18
4.2 <i>L'analyse synthétique des écarts</i>	19
Tables des illustrations	21
Références bibliographiques	23

1

L'objet du document



Ce document a pour objet de présenter le chiffrage des investissements du système de transfert incliné (*i.e.* Funiculaire) des hottes constituant le sous-système 8 (SS8) du centre de stockage Cigéo dont l'autorisation est en cours d'instruction, dans sa configuration technique dite « DAC » décrite dans le dossier en support à la demande d'autorisation de création (1), et dans les configurations techniques 1, 2 et 3 présentées dans la « Pièce 2 - Présentation des configurations techniques chiffrées » (2) du présent dossier.

Sont présentés successivement dans ce document :

- la description des configurations chiffrées :
 - ✓ le périmètre technique ;
 - ✓ les grandeurs caractéristiques du funiculaire.
- l'estimation des coûts d'investissement du système de transfert incliné des hottes :
 - ✓ la méthodologie de chiffrage ;
 - ✓ le détail des coûts par corps d'état.
- les écarts entre le présent chiffrage et celui du dossier de chiffrage produit par l'Andra en octobre 2014 (3, 4) avec l'analyse afférente.

L'estimation est présentée en coût brut selon les conditions économiques de janvier 2012, pour faciliter la comparaison avec le dossier de chiffrage d'octobre 2014.

2

Le périmètre technique des configurations chiffrées

2.1	Le périmètre technique du système de transfert incliné des hottes (sous-système 8)	8
2.2	Les variantes liées aux deux voies de gestion pour le stockage des colis de déchets bitumés	10
2.3	Le portefeuille des optimisations techniques et les configurations 1, 2 et 3	10
2.4	Les grandeurs caractéristiques des configurations chiffrées	11



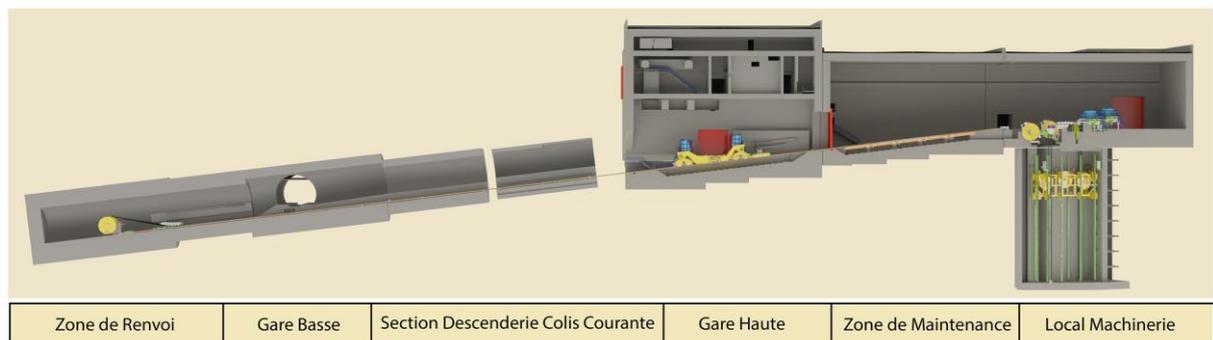
2.1 Le périmètre technique du système de transfert incliné des hottes (sous-système 8)

2.1.1 Le principe du système de transfert incliné des hottes HA et MA-VL

Le système de transfert incliné des hottes a pour fonction principale le transfert des hottes HA et MA-VL (sous-système 1), chargées d'un colis de stockage ou vides, le long du tunnel rectiligne de la descenderie colis (sous-système 4) entre la surface et le fond (cf. Figure 2-1). Cette opération de transfert des hottes comporte les trois étapes suivantes :

- le chargement ou le déchargement de la hotte en gare haute ou basse ;
- le transfert le long du tunnel de la descenderie colis ;
- le chargement ou le déchargement de la hotte en gare basse ou haute.

Lors des opérations de mise en stockage, en gare haute, le véhicule décharge une hotte vide et prend en charge une hotte pleine pour la descendre, alors qu'en gare basse, le véhicule décharge une hotte pleine et prend en charge une hotte vide pour la remonter. En cas d'opérations éventuelles de récupération des colis de stockage, le flux de colis et donc de hottes vides et pleines est inversé.



CG-TE-D-MGE-AMOA-ASU-0000-20-0067-A

Figure 2-1 Schéma en coupe de la descenderie colis et du système funiculaire

Le fonctionnement du moyen de transfert incliné repose sur un véhicule funiculaire entraîné par un câble unique sans système de fixation entre le véhicule et le câble selon le principe d'une boucle mouflée (cf. Figure 2-2). Le véhicule est entraîné par le câble par l'intermédiaire de deux poulies de synchronisation fixées sous le véhicule. L'entraînement du câble se fait par la rotation de deux poulies motrices situées dans le local machinerie. La tension du câble est assurée par trois poulies de tension, disposées sur le contrepoids au niveau du local machinerie également.

En fonctionnement normal, les deux poulies motrices tournent simultanément en sens opposé. Les poulies de renvoi au niveau de la gare basse tournent dans le même sens. Les poulies de synchronisation sur le véhicule permettent d'absorber les légères différences de vitesse de rotation des deux motrices.

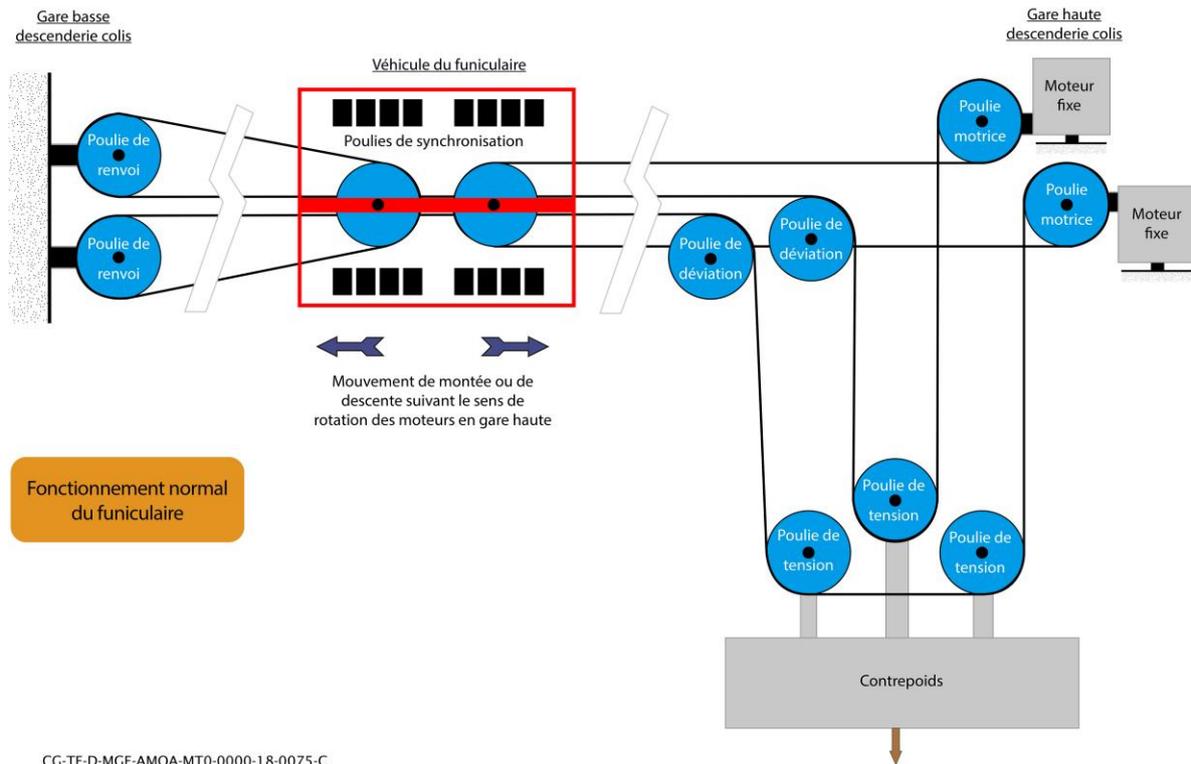


Figure 2-2 Schéma de principe de la boucle mouflée du système de transfert incliné (i.e. Funiculaire) des hottes en fonctionnement normal

2.1.2 Les ensembles constituant le système de transfert incliné des hottes HA et MA-VL

Le système de transfert incliné des hottes est construit en tranche 1 du projet Cigéo. Il est découpé en neuf ensembles techniques :

- la structure de ligne ;
- l'équipement de ligne ;
- le câble ;
- le véhicule ;
- la motrice ;
- l'appareillage électrique ;
- la tension ;
- les équipements de gare ;
- les moyens de soutien.

2.2 Les variantes liées aux deux voies de gestion pour le stockage des colis de déchets bitumés

L'Andra retient à ce stade deux voies de gestion pour le stockage des déchets bitumés sans préjuger d'une voie préférentiellement à une autre. Les deux voies de gestion des déchets bitumés sont décrites dans la « Pièce 2 - Présentation des configurations techniques chiffrées » (2) du présent dossier.

Le chiffrage des coûts du système de transfert incliné du centre de stockage Cigéo n'est pas impacté par ces deux variantes.

2.3 Le portefeuille des optimisations techniques et les configurations 1, 2 et 3

Telles que décrites dans la « Pièce 2 - Présentation des configurations techniques chiffrées » (2) du présent dossier, les optimisations techniques étudiées après le dépôt du dossier de demande d'autorisation de création (DAC) ont été classées selon leur maturité technique au sens large et leur impact économique afin de définir trois configurations techniques 1, 2 et 3 complémentaires à la configuration présentée dans le dossier de demande d'autorisation de création (DAC).

On distingue les optimisations à effet direct qui ciblent directement le système de transfert incliné des hottes et les optimisations à effet induit qui ciblent d'autres postes de coût mais qui se traduisent aussi par des évolutions des coûts du système de transfert incliné des hottes.

2.3.1 Les optimisations à effets directs

Aucune optimisation avec un effet direct sur le chiffrage du système de transfert incliné des hottes n'a été identifiée.

2.3.2 Les optimisations à effets induits ou indirects

Aucune optimisation avec un effet induit ou indirect sur le chiffrage du système de transfert incliné des hottes n'a été identifiée.

2.4 Les grandeurs caractéristiques des configurations chiffrées

Le tableau 2-1 ci-dessous présente les grandeurs caractéristiques principales retenues pour le dimensionnement et le chiffrage du funiculaire.

Tableau 2-1 *Synthèse des grandeurs caractéristiques structurantes du système de transfert incliné des hottes (SS8) retenues pour le chiffrage*

Poste	Caractéristiques
Dénivelé	≈500 m
Pente	≈12 %
Longueur	≈4 200 m
Capacité de dimensionnement (charge max.)	130 t
Disponibilité attendue	≈99 %
Durée totale d'exploitation	≈120 ans
Temps de cycle aller/retour, hors temps de chargement/déchargement	≈1 h
Gabarit maxi	S'intégrer dans un diamètre utile de tunnel de 8 m

3

L'estimation des coûts

3.1	La méthodologie et les hypothèses de chiffrage	14
3.2	Le périmètre et les exclusions du chiffrage	15
3.3	L'estimation des coûts	16



3.1 La méthodologie et les hypothèses de chiffrage

La méthodologie de chiffrage commune aux différents sous-systèmes est décrite dans la « Pièce 3 - Éléments méthodologiques communs au chiffrage » (5) du présent dossier.

Le chiffrage du sous-système 8 présente une particularité par rapport aux autres sous-systèmes. En effet, un marché de conception/réalisation a été attribué en juillet 2014 à la société POMA à l'issue d'un dialogue compétitif. Le chiffrage des investissements relatifs au système de transfert incliné des hottes est basé sur ce contrat.

Le marché concerne un ensemble d'activités en lien avec le sous-système dont le périmètre est le suivant :

- les études de conception ;
- la fourniture des équipements, y compris les études d'exécution ;
- la fabrication ;
- la qualification ;
- le transport sur site ;
- le montage, les essais et la mise en service ;
- la documentation et la formation du personnel d'exploitation ;
- l'assistance à l'exploitation pendant les cinq premières années.

Les études de conception ne sont pas incluses dans le chiffrage présenté dans la présente note mais dans la « Pièce 11 - Chiffrage des coûts de maîtrise d'ouvrage et de maîtrise d'œuvre » (6) du présent dossier.

Un ensemble d'évolutions par rapport à la conception retenue dans le contrat avec la société POMA a été étudié en phase d'avant-projet détaillé (APD) et contractualisé début 2025 ; les principales évolutions retenues sont les suivantes :

- la prise en compte des nouveaux spectres sismiques sur le bâtiment EP1 en cours d'études d'avant-projet a conduit à un allongement et un renforcement du véhicule, un renforcement de la machinerie, un renforcement de la tension, un renforcement du système de fixation des rails et un renforcement des différentes butées et des butoirs ;
- la réduction du pas de fixation des rails dans la descenderie colis a conduit à une augmentation du nombre de fixations ;
- le changement de position des locaux techniques dédiés au système funiculaire en zone de soutien logistique (ZSL) a conduit à une augmentation du linéaire de chemins de câbles et à une augmentation des sections de câbles ;
- les technologies de communication entre le véhicule et le sol ont été modifiées.

3.2 Le périmètre et les exclusions du chiffrage

Sur la base du périmètre défini dans le chapitre 2 du présent document, les coûts présentés comprennent :

- les coûts de fabrication et de montage du funiculaire, comprenant :
 - ✓ les études d'exécution ;
 - ✓ les fournitures et approvisionnements ;
 - ✓ la fabrication et la qualification ;
 - ✓ l'emballage et le transport sur site ;
 - ✓ le montage (en usine et sur site) ;
 - ✓ les essais (en usine et sur site) ;
 - ✓ les premières dotations de pièces de rechange (durant les cinq premières années).
- les frais de chantier.

Sont exclus du chiffrage :

- le coût des hottes de transfert HA et MA-VL (7) (sous-système 1) ;
- le coût de la descenderie colis (8) (sous-système 4) ;
- le coût du bâtiment tête de descenderie colis (9) (sous-système 2) qui abrite la salle des machines, la zone de maintenance et la gare amont ;
- les moyens communs de contrôle commande permettant la gestion de la production (10) (sous-système 5).

Les coûts présentés n'intègrent pas les coûts des postes suivants qui sont décrits et chiffrés dans des notes dédiées :

- les coûts de maintien en conditions opérationnelles pendant toute la durée d'exploitation (pièces de rechange et coûts de jouvence) (11) et les coûts de maîtrise d'œuvre et maîtrise d'ouvrage associés ;
- le démantèlement en fin d'exploitation (12), et les coûts de maîtrise d'œuvre et maîtrise d'ouvrage associés ;
- les coûts de maîtrise d'œuvre de conception et de réalisation, les coûts de maîtrise d'ouvrage et les coûts associés aux organismes de contrôles réglementaires (assistances à maîtrise d'ouvrage réglementaires) (6) ;
- le coût du banc d'essais du funiculaire inclus dans le programme scientifique et technologique (13) ;
- les incertitudes, risques et opportunités, et aléas de réalisation (14) ;
- les assurances (15), les impôts et taxes (16) ;
- les coûts d'exploitation, y compris le coût des dispositifs de stockage (conteneurs et paniers) (17).

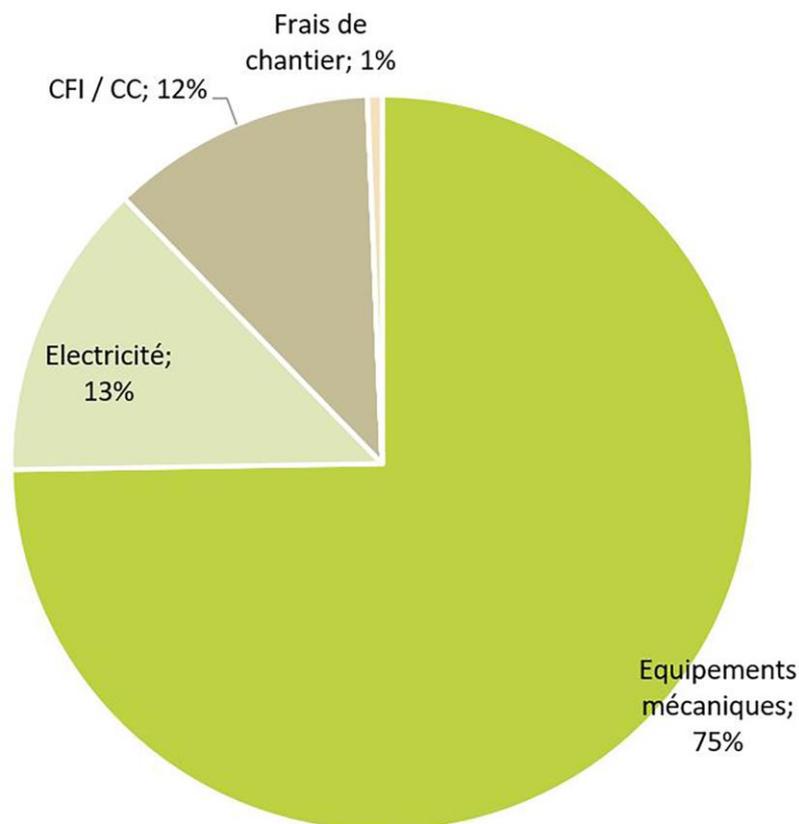
En cohérence avec le périmètre temporel de l'arrêté coût de janvier 2016 (18), l'évaluation des coûts est réalisée à partir de 2016 et inclut les dépenses déjà réalisées depuis cette date. Les coûts antérieurs à 2016 sont donc exclus du chiffrage.

3.3 L'estimation des coûts

Le tableau 3-1 et la figure 3-1 ci-dessous présentent les coûts d'investissement spécifiques au système de transfert incliné des hottes tel que décrit dans les chapitres 2 et 3.2 du présent document, ventilés par corps d'état, pour la tranche 1 (T1), présentés en millions d'euros, aux conditions économiques de janvier 2012, applicables quelle que soit la voie de gestion des déchets bitumés. Le système de transfert incliné des hottes ne faisant pas l'objet d'optimisations, le coût des configurations 1, 2 et 3 pour ce périmètre est le même que celui de la configuration de demande d'autorisation de création (DAC).

Tableau 3-1 Synthèse des investissements hors MOe du système de transfert incliné des hottes

Coûts en M€ _{01/2012}	Configurations DAC, 1, 2, 3
Équipements mécaniques	32,0
Électricité	5,6
Courant faible / contrôle commande (CFI/CC)	5,0
Frais de chantier	0,3
TOTAL	42,8



CG-TE-D-MGE-AMOA-DRD-0000-25-0055-A

Figure 3-1 Décomposition des coûts d'investissement du système de transfert incliné des hottes par corps d'état

4

Les écarts par rapport au dossier de chiffrage d'octobre 2014

4.1	La synthèse des écarts	18
4.2	L'analyse synthétique des écarts	19



Ce chapitre présente les écarts de coûts entre le présent chiffrage au stade de la demande d'autorisation de création (DAC) et le chiffrage présenté dans le dossier de chiffrage d'octobre 2014.

Les tableaux d'écarts suivants sont exprimés aux conditions économiques de janvier 2012 afin de pouvoir comparer les montants avec ceux du dossier de chiffrage d'octobre 2014 (3, 4). Comme indiqué précédemment, le système de transfert incliné des hottes ne faisant pas l'objet d'optimisations, le coût des configurations 1, 2 et 3 pour ce périmètre est le même que celui de la configuration de demande d'autorisation de création (DAC).

4.1 La synthèse des écarts

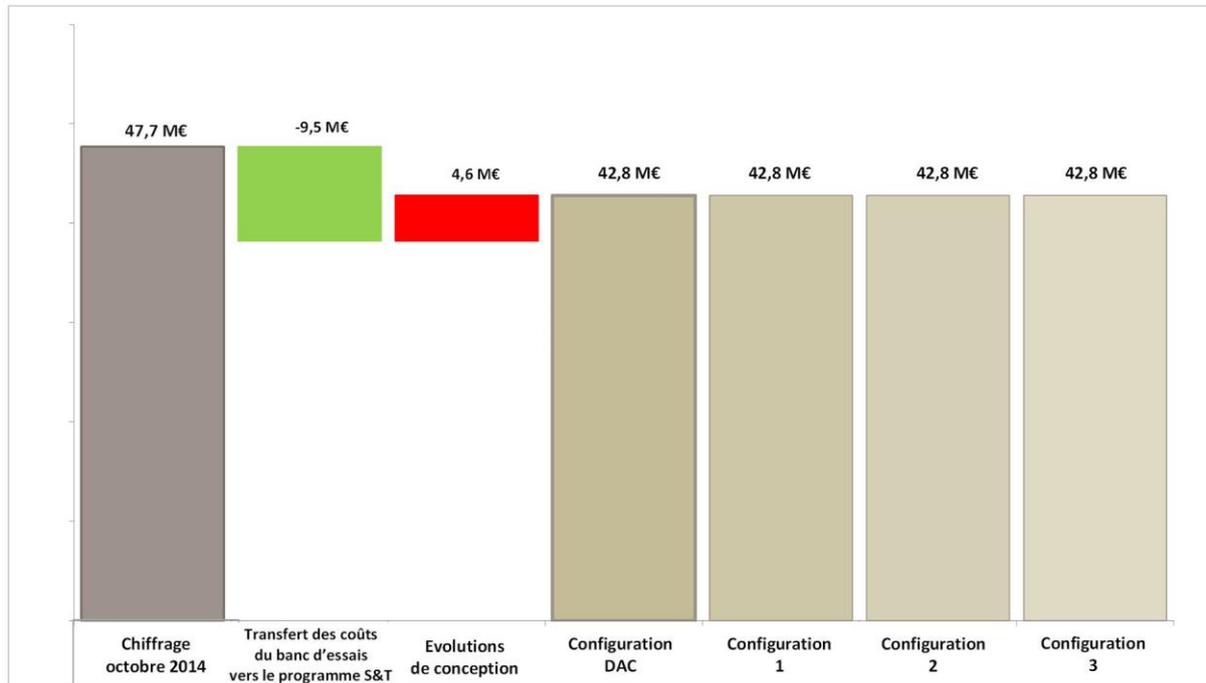
Le tableau 4-1 ci-dessous présente l'écart de coût d'investissement du système de transfert incliné des hottes pour le projet Cigéo avec le chiffrage d'octobre 2014 (3, 4), applicable quelle que soit la voie de gestion des déchets bitumés.

Tableau 4-1 Synthèse de l'écart du coût du système de transfert incliné des hottes avec le dossier de chiffrage d'octobre 2014

Coûts en M€ _{01/2012}	Chiffrage octobre 2014	Configurations DAC, 1, 2, 3
Total système de transfert incliné des hottes	47,7	42,8
Écart avec le chiffrage octobre 2014	SO	-4,9

4.2 L'analyse synthétique des écarts

Le graphique de la figure 4-1 ci-dessous présente les écarts de coûts du système de transfert incliné des hottes (SS8) par rapport au chiffrage présenté dans le dossier d'octobre 2014 (3, 4).



CG-TE-D-MGE-AMOA-DRD-0000-25-0056-C

Figure 4-1 Synthèse des écarts de coûts du système de transfert incliné des hottes par rapport au chiffrage présenté dans le dossier d'octobre 2014

L'évolution de l'estimation des coûts depuis le dossier de chiffrage de 2014 se décompose comme suit :

- les coûts liés à la réalisation du banc d'essais du funiculaire (-9,5 M€) ont été transférés dans le périmètre des essais technologiques (13) alors que dans le dossier d'octobre 2014 ces coûts étaient inclus dans l'estimation du coût d'investissement ;
- l'impact sur les coûts de réalisation des évolutions de conception étudiées en phase APD puis contractualisées début 2025 (décrites chapitre 3.1 du présent document) est intégré. Cet impact représente une augmentation de +4,6 M€.

TABLES DES ILLUSTRATIONS

Figures

Figure 2-1	Schéma en coupe de la descenderie colis et du système funiculaire	8
Figure 2-2	Schéma de principe de la boucle mouflée du système de transfert incliné (i.e. Funiculaire) des hottes en fonctionnement normal	9
Figure 3-1	Décomposition des coûts d'investissement du système de transfert incliné des hottes par corps d'état	16
Figure 4-1	Synthèse des écarts de coûts du système de transfert incliné des hottes par rapport au chiffrage présenté dans le dossier d'octobre 2014	19

Tableaux

Tableau 2-1	Synthèse des grandeurs caractéristiques structurantes du système de transfert incliné des hottes (SS8) retenues pour le chiffrage	11
Tableau 3-1	Synthèse des investissements hors MOe du système de transfert incliné des hottes	16
Tableau 4-1	Synthèse de l'écart du coût du système de transfert incliné des hottes avec le dossier de chiffrage d'octobre 2014	18



RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- 1 Dossier d'autorisation de création de l'installation nucléaire de base (INB) Cigéo. Pièce 2 - Nature de l'installation. Andra (2022). Document N°CG-TE-D-NTE-AMOA-XEE-0000-19-0003.
- 2 Projet global Cigéo - Dossier de chiffrage. Pièce 2 - Présentation des configurations techniques chiffrées. Andra (2025). Document N°CG-TE-D-NTE-AMOA-EEE-0000-23-0002.
- 3 Chiffrage de Cigéo en phase esquisse. Évaluation des coûts afférents à la mise en œuvre des solutions de gestion à long terme des déchets radioactifs de haute et moyenne activité à vie longue - Proposition de l'Andra - Tome 1. Andra (2014). Document N°PUBLI/20-1093.
- 4 Chiffrage de Cigéo en phase esquisse. Évaluation des coûts afférents à la mise en œuvre des solutions de gestion à long terme des déchets radioactifs de haute et moyenne activité à vie longue - Proposition de l'Andra - Tome 2. Andra (2014). Document N°PUBLI/20-1094.
- 5 Projet global Cigéo - Dossier de chiffrage. Pièce 3 - Éléments méthodologiques communs au chiffrage. Andra (2025). Document N°CG-TE-D-NTE-AMOA-EEE-0000-23-0003.
- 6 Projet global Cigéo - Dossier de chiffrage. Pièce 11 - Chiffrage des coûts de maîtrise d'ouvrage et de maîtrise d'œuvre. Andra (2025). Document N°CG-TE-D-NTE-AMOA-EEE-0000-23-0011.
- 7 Projet global Cigéo - Dossier de chiffrage. Pièce 4 - Chiffrage des coûts d'investissement du process nucléaire (SS1). Andra (2025). Document N°CG-TE-D-NTE-AMOA-EEE-0000-23-0004.
- 8 Projet global Cigéo - Dossier de chiffrage. Pièce 7 - Chiffrage des coûts d'investissement des liaisons surface-fond et des ouvrages souterrains (SS4). Andra (2025). Document N°CG-TE-D-NTE-AMOA-EEE-0000-23-0007.
- 9 Projet global Cigéo - Dossier de chiffrage. Pièce 5 - Chiffrage des coûts d'investissement des bâtiments nucléaires de surface (SS2). Andra (2025). Document N°CG-TE-D-NTE-AMOA-EEE-0000-23-0005.
- 10 Projet global Cigéo - Dossier de chiffrage. Pièce 8 - Chiffrage des coûts d'investissement des installations communes (SS5) et des aménagements préalables (APr). Andra (2025). Document N°CG-TE-D-NTE-AMOA-EEE-0000-23-0008.
- 11 Projet global Cigéo - Dossier de chiffrage. Pièce 13 - Chiffrage des coûts de maintien en conditions opérationnelles. Andra (2025). Document N°CG-TE-D-NTE-AMOA-EEE-0000-23-0013.
- 12 Projet global Cigéo - Dossier de chiffrage. Pièce 14 - Chiffrage des coûts de démantèlement et de fermeture. Andra (2025). Document N°CG-TE-D-NTE-AMOA-EEE-0000-23-0014.
- 13 Projet global Cigéo - Dossier de chiffrage. Pièce 17 - Chiffrage des coûts de recherche et développement. Andra (2025). Document N°CG-TE-D-NTE-AMOA-EEE-0000-24-0002.
- 14 Projet global Cigéo - Dossier de chiffrage. Pièce 18 - Chiffrage des incertitudes, des risques et opportunités, et des aléas. Andra (2025). Document N°CG-TE-D-NTE-AMOA-EEE-0000-23-0017.
- 15 Projet global Cigéo - Dossier de chiffrage. Pièce 15 - Chiffrage du schéma assurantiel. Andra (2025). Document N°CG-TE-D-NTE-AMOA-EEE-0000-23-0015.
- 16 Projet global Cigéo - Dossier de chiffrage. Pièce 16 - Chiffrage de la fiscalité. Andra (2025). Document N°CG-TE-D-NTE-AMOA-EEE-0000-23-0016.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- 17 Projet global Cigéo - Dossier de chiffrage. Pièce 12 - Chiffrage des coûts d'exploitation. Andra (2025). Document N°CG-TE-D-NTE-AMOA-EEE-0000-23-0012.
- 18 Arrêté du 15 janvier 2016 relatif au coût afférent à la mise en œuvre des solutions de gestion à long terme des déchets radioactifs de haute activité et de moyenne activité à vie longue (mise à jour du 18 janvier 2016). Ministère de l'Écologie, du Développement durable et de l'Énergie (2016). Journal officiel de la République française (JORF), N°DEV1601524A.



**AGENCE NATIONALE POUR LA GESTION
DES DÉCHETS RADIOACTIFS**

1-7, rue Jean-Monnet
92298 Châtenay-Malabry cedex
www.andra.fr

