

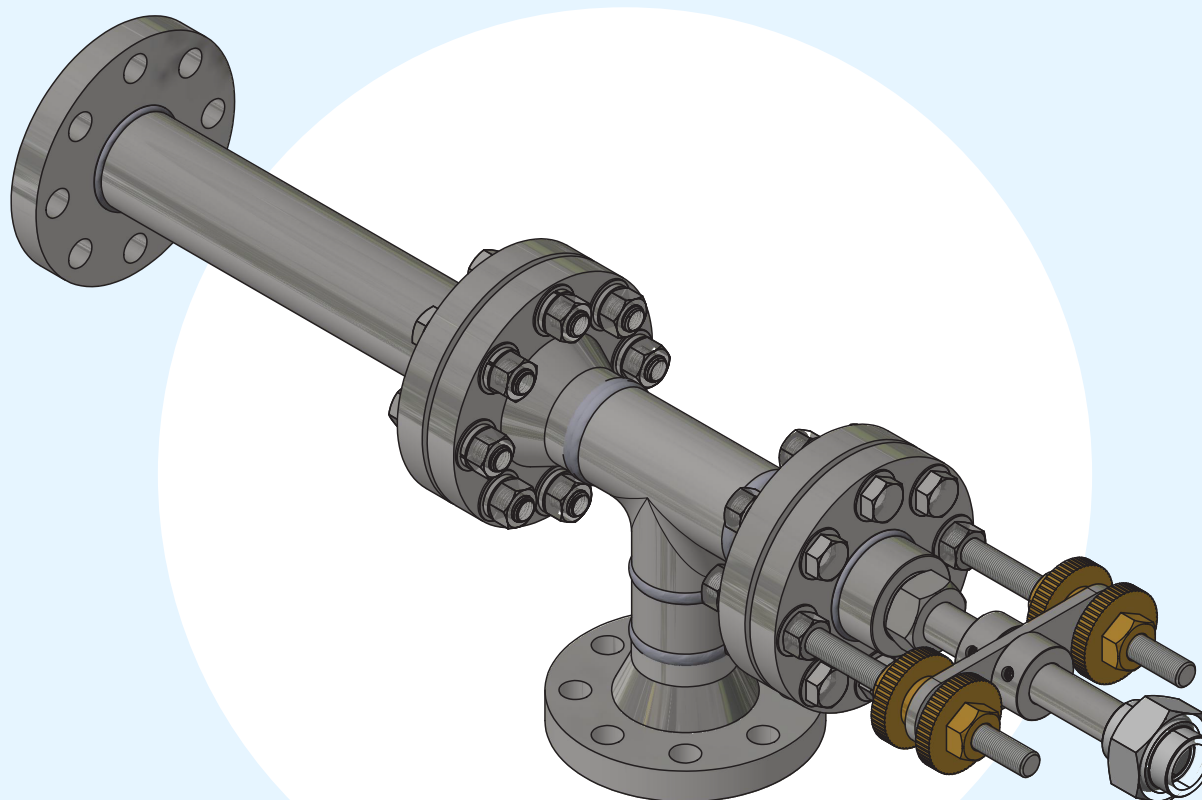


Table des matières

1 INTRODUCTION	3
1.1 Capacités du logiciel	3
1.2 Fluide de travail	3
2 INTERFACE UTILISATEUR	4
2.1 Aperçu de l'interface	4
2.2 Menu « Fichier »	4
2.3 Menu « Calcul »	5
2.3.1 Onglet « Éjecteur »	5
2.3.2 Onglet « Calculer »	5
2.3.3 Onglet « Résultats »	6
2.3.4 Onglet « Exporter »	6
2.3.5 Onglet « Historique »	6
2.4 Menu « Options »	6
2.5 Menu « Aide »	7
3 ANALYSE DES ÉJECTEURS	7
3.1 Analyse d'éjecteur monophasique	7
3.1.1 Paramètres de fonctionnement d'entrée	7
3.1.2 Paramètres géométriques d'entrée (prévision de la performance)	8
3.1.3 Résultats d'éjecteur monophasique	9
3.2 Analyse d'éjecteur diphasique au CO ₂	10
3.2.1 Paramètres de fonctionnement d'entrée	10
3.2.2 Paramètres géométriques d'entrée (prévision de la performance)	11
3.2.3 Résultats d'éjecteur diphasique au CO ₂	11
4 DÉPANNAGE	12
4.1 Problèmes courants et solutions	12
4.1.1 Problèmes de saisie de paramètres	12
4.1.2 Problèmes de convergence des calculs	13
4.1.3 Problèmes de propriétés des fluides	13
4.2 Conseils	14
5 ANNEXE	15
5.1 Concepts de base	15
5.1.1 Principe de fonctionnement d'un éjecteur	15
5.1.2 Caractéristiques de performance	15
5.2 Paramètres de l'éjecteur et indicateurs de performance clés	16
5.2.1 Paramètres géométriques	16
5.2.2 Pressions de fonctionnement	16
5.2.3 Indicateurs de performance clés	17
5.3 La science derrière l'outil de calcul	18
5.4 Propriétés des fluides	19
5.5 Glossaire	20
6 RÉFÉRENCES	21
7 COORDONNÉES ET ASSISTANCE TECHNIQUE	22

01 INTRODUCTION

CanEJEX est un outil de calcul convivial spécialement conçu pour aider les professionnels qui ont une formation technique à évaluer le potentiel des éjecteurs gaz/gaz dans les applications industrielles lorsque la compression ou l'entraînement de fluide est souhaité. Le logiciel offre également des capacités d'analyse pour les éjecteurs diphasiques au CO₂ qui fonctionnent dans des conditions de réfrigération et de pompe à chaleur. Des informations sur les principes de bases de fonctionnement de l'éjecteur ainsi qu'une liste de références sont données en annexe.

1.1 CAPACITÉS DU LOGICIEL

CanEJEX propose deux modules de calcul, chacun étant conçu pour répondre à des exigences techniques particulières :

- 1. Conception préliminaire** : Ce module évalue la faisabilité de la conception d'un éjecteur pour qu'il réponde à des exigences opérationnelles précises. Le module fournit des estimations initiales des dimensions géométriques clés de l'éjecteur (diamètre du col de la tuyère, diamètre de la sortie de la tuyère et diamètre de la section à aire constante). Ces estimations facilitent les étapes d'optimisation et de conception finale, qui nécessitent des méthodes avancées comme les simulations de dynamique des fluides numérique (DFN) et la validation expérimentale.
- 2. Prévision de la performance** : Ce module prédit la performance d'un éjecteur particulier dans diverses conditions de fonctionnement. À partir de trois paramètres géométriques clés (diamètre du col de la tuyère, diamètre de la sortie de la tuyère et diamètre de la chambre de mélange), il calcule les valeurs des deux critères de performance : le taux d'entraînement et le taux de compression.

1.2 FLUIDE DE TRAVAIL

CanEJEX permet l'analyse d'éjecteurs utilisant plusieurs fluides de travail : CH₄, CO₂, air, eau, mélange de gaz naturel et autres.

02 INTERFACE UTILISATEUR

CanEJEX comporte deux niveaux d'onglets. Le premier niveau comprend quatre menus principaux, chacun donnant accès aux fonctionnalités et sous-menus correspondants.

2.1 APERÇU DE L'INTERFACE

L'interface principale est organisée en quatre sections :

1. Menu « Fichier » : Gestion des fichiers et contrôle de l'application
2. Menu « Calcul » : Saisie des données relatives à l'éjecteur et résultats
3. Menu « Options » : Configuration de la langue et des unités de mesure
4. Menu « Aide » : Documentation et informations d'assistance

2.2 MENU « FICHIER »

Le menu « Fichier » fournit les fonctions essentielles de gestion des fichiers :

Tableau 1 : Fonctions du menu « Fichier »

Fonction	Description
Nouveau	Créer un nouveau projet avec les paramètres par défaut
Ouvrir	Charger un fichier de projet existant
Fermer	Fermer le projet actuel
Enregistrer	Enregistrer le projet actuel
Enregistrer sous	Enregistrer le projet actuel sous un nouveau nom
Accueil	Revenir à l'interface principale
Quitter	Quitter l'application

2.3 MENU « CALCUL »

Le menu « Calcul » est le cœur de CanEJEX et contient toutes les fonctionnalités d'analyse :

Tableau 2 : Structure du menu « Calcul »

Sous-menu	Fonctionnalité
Éjecteur	Saisie des paramètres relatifs à l'éjecteur et sélection de la fonction ou du module de calcul
Calculer	Exécution du processus de calcul
Résultats	Affichage des résultats du calcul
Exporter	Exportation des données dans différents formats
Historique	Historique des calculs de la session

2.3.1 Onglet « Éjecteur »

L'onglet « Éjecteur » permet de saisir tous les paramètres relatifs à l'application de l'éjecteur.

Il comprend deux sections principales :

Paramètres globaux : Cette section nécessite d'entrer les paramètres du projet d'analyse, tel que définis au tableau 3.

Tableau 3 : Configuration des paramètres globaux

Paramètre	Type	Description
Nom	Texte	Identifiant pour le projet d'analyse
État du fluide	Sélection	Fonctionnement monophasique ou diphasique au CO ₂
Fluide de travail	Menu déroulant	CH ₄ , CO ₂ , eau, air et autres
Type de modèle	Sélection	Conception préliminaire ou prévision de la performance

Données d'entrée : Cette section nécessite d'entrer les conditions de fonctionnement spécifique à l'application de l'éjecteur visée, ainsi que les paramètres géométriques clés de l'éjecteur lorsque le modèle « Prévision de la performance » est sélectionné. Les données d'entrée varient selon le type d'éjecteur (monophasique ou diphasique au CO₂). Plus de détails sont donnés à la section 3 du manuel.

2.3.2 Onglet « Calculer »

L'onglet « Calculer » déclenche le processus de calcul.

2.3.3 Onglet « Résultats »

L'onglet « Résultats » affiche les résultats des calculs avec les mesures de la performance et les conditions de fonctionnement détaillées. Les résultats varient en fonction du type de modèle sélectionné et de l'état du fluide. Plus de détails sur les données calculées sont donnés à la section 3 du manuel.

2.3.4 Onglet « Exporter »

L'onglet « Exporter » offre des fonctionnalités d'exportation des données :

- Exportation Excel : Entrées et résultats complets au format Excel
- Exportation CSV : Exportation des données au format CSV (valeurs séparées par des virgules)

2.3.5 Onglet « Historique »

L'onglet « Historique » exporte tous les calculs effectués pendant une session de travail dans un seul fichier Excel qui comprend les éléments suivants :

- Historique des calculs : Historique complet de toutes les analyses
- Suivi des paramètres : Variation des paramètres d'entrée au fil du temps
- Comparaison des résultats : Comparaison de la performance entre les calculs

2.4 MENU « OPTIONS »

Le menu « Options » permet de configurer les paramètres relatifs à la langue et aux unités de mesure :

Tableau 4 : Configuration du menu « Options »

Réglage	Options	Description
Langue	Français/anglais	Sélection de la langue de l'interface utilisateur
Unités	SI/Impériales	Système d'unités par défaut (des unités peuvent être sélectionnées individuellement pour chaque paramètre)

2.5 MENU « AIDE »

Le menu « Aide » fournit une assistance et de la documentation :

- Informations sur le logiciel : Détails de la version et informations sur la licence
- Contactez-nous : Coordonnées et canaux d'assistance
- Accord de licence et demande de licence : Détails de la licence et conditions d'utilisation

03 ANALYSE DES ÉJECTEURS

3.1 ANALYSE D'ÉJECTEUR MONOPHASIQUE

3.1.1 Paramètres de fonctionnement d'entrée

Pour l'analyse d'un éjecteur monophasique (gaz/gaz), les données sur les conditions de fonctionnement qui doivent être saisies par l'utilisateur comprennent : la pression et la température du fluide moteur (débit primaire) et du fluide aspiré (débit secondaire) qui doit être entraîné ou comprimé, le débit massique primaire et la pression de sortie souhaitée de l'éjecteur.

Tableau 5 : Paramètres d'éjecteur monophasique

Paramètre	Unité	Valeur par défaut	Description
Pression primaire	kPa	-	Pression du fluide moteur
Température primaire	°C	-	Température du fluide moteur
Pression secondaire	kPa	-	Pression du fluide aspiré
Température secondaire	°C	-	Température du fluide aspiré
Débit massique primaire	kg/s	-	Débit du fluide moteur
Pression de sortie de l'éjecteur	kPa	-	Pression de sortie souhaitée
Efficacité isentropique	-	0,98	Performance de la tuyère primaire (valeur par défaut fournie)
Coefficient de perte	-	0,98	Coefficient de perte de la chambre de mélange (valeur par défaut fournie)

Limites des plages des paramètres

Les plages des paramètres sont déterminées par les propriétés du fluide et les contraintes techniques. Le logiciel valide automatiquement les entrées par rapport aux éléments suivants :

- Limites des propriétés thermodynamiques du fluide (limites de température et de pression)
- Contraintes physiques (valeurs positives pour les paramètres géométriques)
- Faisabilité technique (conditions de fonctionnement réalistes)

Modification des valeurs par défaut

Des valeurs par défaut sont fournies pour l'efficacité isentropique de la tuyère primaire de l'éjecteur et le coefficient de perte de la chambre de mélange. Ces valeurs par défaut peuvent être remplacées par des valeurs définies par l'utilisateur en sélectionnant l'option « Permettre la modification des valeurs ».

3.1.2 Paramètres géométriques d'entrée (prévision de la performance)

Lorsque le modèle « Prévision de la performance » est sélectionné, trois paramètres géométriques clés de l'éjecteur tels que définis dans le tableau 6 sont requis :

Tableau 6 : Paramètres géométriques requis pour la prévision de la performance

Paramètre	Unité	Description
Diamètre du col de la tuyère	mm/po	Diamètre du col au point le plus étroit
Diamètre de la sortie de la tuyère	mm/po	Diamètre de la sortie de la tuyère primaire
Diamètre de la chambre de mélange	mm/po	Diamètre de la section à aire constante

3.1.3 Résultats d'éjecteur monophasique

Conception préliminaire : Le tableau ci-dessous présente les résultats générés par le module « Conception préliminaire ».

Tableau 7 : Résultats de la conception préliminaire d'un éjecteur monophasique

Paramètre	Unité	Description
Taux d'entraînement	-	Taux d'entraînement dans des conditions critiques
Température de sortie	°C	Température de refoulement calculée
Débit massique secondaire	kg/s	Débit calculé du fluide aspiré
Diamètre du col de la tuyère	mm	Diamètre calculé du col
Diamètre de la sortie de la tuyère	mm	Diamètre calculé de la sortie
Diamètre de la chambre de mélange	mm	Diamètre calculé de la section à aire constante

Remarque : Les unités indiquées sont fournies à titre indicatif; les unités réelles peuvent varier en fonction de la sélection de l'utilisateur ou de la configuration de la conception.

Les trois paramètres géométriques clés calculés pour l'éjecteur sont affichés sur le schéma de l'éjecteur à des fins de référence visuelle et de validation.

Prédiction de la performance : Le tableau ci-dessous présente les résultats générés par le module « Prédiction de la performance ».

Tableau 8 : Résultats de la prévision de la performance d'un éjecteur monophasique

Paramètre	Unité	Description
Débit massique primaire	kg/s	Débit calculé du fluide moteur
Débit massique secondaire	kg/s	Débit calculé du fluide aspiré
Taux d'entraînement	-	Taux d'entraînement maximal
Pression de sortie critique	kPa	Pression de sortie maximale
Température de sortie	°C	Température de refoulement calculée

Remarque : Les unités indiquées sont fournies à titre indicatif; les unités réelles peuvent varier en fonction de la sélection de l'utilisateur ou de la configuration de la conception.

3.2 ANALYSE D'ÉJECTEUR DIPHASIQUE AU CO₂

3.2.1 Paramètres de fonctionnement d'entrée

Pour l'analyse d'un éjecteur diphasique avec le CO₂ comme fluide de travail, les données sur les conditions de fonctionnement qui doivent être saisies par l'utilisateur comprennent la pression et la température du fluide moteur (débit primaire) et du fluide aspiré (débit secondaire), le débit massique primaire, et soit la pression de sortie souhaitée, soit le débit massique secondaire.

Tableau 9 : Paramètres d'éjecteur diphasique au CO₂

Paramètre	Unité	Valeur par défaut	Description
Pression primaire	kPa	-	Pression du fluide moteur
Température primaire	°C	-	Température du fluide moteur
Pression secondaire	kPa	-	Pression du fluide aspiré
Température secondaire	°C	-	Température du fluide aspiré
Débit massique primaire	kg/s	-	Débit du fluide moteur
Pression de sortie	kPa	-	Pression de sortie souhaitée
Débit massique secondaire	kg/s	-	Débit du fluide aspiré (peut remplacer la pression de sortie)
Coefficient de perte	-	0,78	Coefficient de perte de la chambre de mélange (valeur par défaut fournie)

Limites de l'analyse d'éjecteur diphasique au CO₂

L'analyse d'éjecteur diphasique au CO₂ est soumise à des contraintes supplémentaires :

- Les conditions de fonctionnement doivent respecter les limites thermodynamiques du CO₂
- Les considérations relatives au changement de phase ont une incidence sur la convergence des calculs
- La proximité du point critique nécessite une sélection minutieuse des paramètres

Le logiciel gère automatiquement les calculs d'équilibre de phase à l'aide de CoolProp.

Modification de la valeur par défaut

Une valeur par défaut est fournie pour le coefficient de perte de la chambre de mélange de l'éjecteur. Cette valeur par défaut peut être remplacée par une valeur définie par l'utilisateur en cochant la case « Permettre la modification des valeurs ».

3.2.2 Paramètres géométriques d'entrée (prévision de la performance)

Lorsque le modèle « Prévision de la performance » est sélectionné, trois paramètres géométriques clés de l'éjecteur tels que définis dans le tableau 10 sont requis :

Tableau 10 : Paramètres géométriques d'un éjecteur CO₂ diphasique

Paramètre	Unité	Valeur par défaut	Description
Diamètre du col de la tuyère	mm/po	-	Diamètre du col au point le plus étroit
Diamètre de la sortie de la tuyère	mm/po	-	Diamètre de la sortie de la tuyère primaire
Diamètre de la chambre de mélange	mm/po	-	Diamètre de la section à aire constante

3.2.3 Résultats d'éjecteur diphasique au CO₂

Conception préliminaire : Le tableau ci-dessous présente les résultats générés par le module « Conception préliminaire ».

Tableau 11 : Résultats de la conception préliminaire d'un éjecteur diphasique au CO₂

Paramètre	Unité	Description
Taux d'entraînement	-	Taux d'entraînement maximal pouvant être atteint
Qualité à la sortie	%	Qualité de la vapeur au refoulement
Température à la sortie	°C	Température de refoulement calculée
Pression critique à la sortie	kPa	Pression maximale pouvant être atteinte à la sortie
État du débit primaire (sous-critique/supercritique)	-	État du débit primaire
État du débit secondaire (sous-critique/supercritique)	-	État du débit secondaire
Diamètre du col de la tuyère	mm	Diamètre calculé du col
Diamètre de la sortie de la tuyère	mm	Diamètre calculé de la sortie
Diamètre de la chambre de mélange	mm	Diamètre calculé de la section à aire constante

Remarque : Les unités indiquées sont fournies à titre indicatif; les unités réelles peuvent varier en fonction de la sélection de l'utilisateur ou de la configuration de la conception.

Les trois paramètres géométriques clés calculés sont affichés sur le schéma de l'éjecteur à des fins de référence visuelle et de validation.

Prédiction de la performance : Le tableau ci-dessous présente les résultats générés par le module « Prédiction de la performance ».

Tableau 12 : Résultats de la prédiction de la performance d'un éjecteur diphasique au CO₂

Paramètre	Unité	Description
Débit massique primaire	kg/s	Débit calculé du fluide moteur
Débit massique secondaire	kg/s	Débit calculé du fluide aspiré
Taux d'entraînement	-	Taux d'entraînement maximal pouvant être atteint
Pression de sortie critique	kPa	Pression de sortie maximale pouvant être atteinte
Qualité à la sortie	%	Qualité de la vapeur au refoulement
Température de sortie	°C	Température de refoulement calculée
État du débit primaire	-	État du débit primaire
Phase du débit secondaire	-	État de la phase du débit secondaire

Remarque : Les unités indiquées sont fournies à titre indicatif; les unités réelles peuvent varier en fonction de la sélection de l'utilisateur ou de la configuration de la conception.

04 DÉPANNAGE

4.1 PROBLÈMES COURANTS ET SOLUTIONS

4.1.1 Problèmes de saisie de paramètres

Erreurs de validation de paramètre

Problèmes :

- Échec après le lancement des calculs
- Messages d'erreur concernant des paramètres invalides
- Résultats incohérents

Solutions :

1. Vérifier que tous les champs de saisie contiennent des valeurs numériques valides.
2. Vérifier que les plages des paramètres respectent les limites acceptables.
3. Vérifier que les paramètres géométriques sont des valeurs positives.
4. Valider les combinaisons de température et de pression.

4.1.2 Problèmes de convergence des calculs

Problèmes de convergence

Problèmes :

- Longs délais de calcul
- Résultats incohérents entre des scénarios similaires
- Fin du calcul sans affichage des résultats

Solutions :

1. Modifier les estimations de pression initiale.
2. Modifier les conditions de fonctionnement dans les limites du fluide.
3. Essayer d'autres valeurs d'efficacité.
4. Utiliser des estimations de paramètre plus conservatrices.

4.1.3 Problèmes de propriétés des fluides

Erreurs de propriétés des fluides

Problèmes :

- Messages d'erreur à propos des propriétés des fluides
- Conditions de fonctionnement irréalistes
- Dépassement des limites de phase

Solutions :

1. Vérifier que la température et la pression se trouvent dans les limites du fluide.
2. Vérifier que la sélection du fluide correspond à l'application.
3. Modifier les conditions de fonctionnement de façon à ce qu'elles s'éloignent des points critiques.
4. S'assurer que les bonnes conditions de phase sont utilisées pour le modèle sélectionné.

4.2 CONSEILS

Pratiques exemplaires en matière de calculs

1. Validation des paramètres d'entrée :

Toujours vérifier les paramètres d'entrée avant le calcul.

2. Limites du fluide :

Vérifier que la température et la pression se trouvent dans les limites de propriétés du fluide.

3. Estimations conservatrices :

Commencer avec des conditions de fonctionnement réalistes.

4. Sélection du module :

Choisir le module approprié pour l'objectif désiré.

5. Vérification des résultats :

Vérifier les résultats par rapport aux plages attendues.

6. Documentation :

Enregistrer les configurations qui fonctionnent à des fins de référence.

05 ANNEXE

5.1 CONCEPTS DE BASE

5.1.1 Principe de fonctionnement d'un éjecteur

Un éjecteur est un dispositif utilisé pour déplacer et comprimer des fluides ou des gaz en utilisant l'effet Venturi. Il fonctionne selon le principe de la dynamique des fluides, qui stipule que la pression d'un fluide diminue à mesure que sa vitesse augmente.

Le principe de fonctionnement de l'éjecteur est assez similaire à celui d'un compresseur classique. Dans un compresseur classique, l'énergie électrique ($W_{\text{électrique}}$) est utilisée pour comprimer un débit massique de fluide (m_{fluide}) à un taux de compression donné. Ce taux de compression est le rapport entre la pression de refoulement et la pression d'aspiration ($P_{\text{refoulement}}/P_{\text{aspiration}}$).

Dans le cas de l'éjecteur, la puissance fournie provient du fluide moteur (W_{moteur}); elle est fonction de sa pression et de son débit massique. L'éjecteur permet, à l'aide du fluide moteur, de comprimer le débit massique d'un fluide aspiré ($m_{\text{aspiré}}$) à un taux de compression donné.

5.1.2 Caractéristiques de performance

Dans le cas du compresseur classique comme dans celui de l'éjecteur, pour une puissance fournie donnée, le débit massique aspiré est inversement proportionnel au taux de compression. Cette corrélation est très importante pour les applications qui nécessitent une augmentation de pression, une compression de vapeur ou une circulation de fluides.

Les éjecteurs sont utilisés pour plusieurs applications comme la réfrigération, le refroidissement et divers procédés industriels.

5.2 PARAMÈTRES DE L'ÉJECTEUR ET INDICATEURS DE PERFORMANCE CLÉS

5.2.1 Paramètres géométriques

La conception et la performance de l'éjecteur dépendent de plusieurs paramètres importants, dont les trois principales dimensions géométriques (calculées avec l'outil) :

1. Diamètre de la chambre de mélange (D_{mix}) :

Diamètre de la section de l'éjecteur entre les sections convergente et divergente

2. Diamètre du col de la tuyère primaire (D_{col}) :

Diamètre du point le plus étroit de la tuyère primaire, lequel contrôle le débit massique du fluide moteur

3. Diamètre de la sortie de la tuyère primaire (D_{sortie}) :

Diamètre du point où le fluide moteur sort de la tuyère

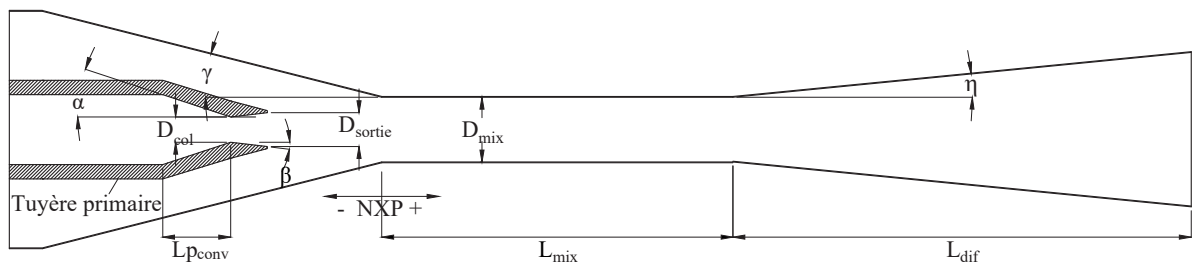


Figure 1 : Schéma d'un éjecteur indiquant les principaux paramètres géométriques

5.2.2 Pressions de fonctionnement

Trois pressions de fonctionnement principales déterminent la performance de l'éjecteur :

1. Pression primaire (P_1) : Pression du fluide moteur
2. Pression secondaire (P_2) : Pression du fluide aspiré
3. Pression de sortie (P_{sortie}) : Pression à la sortie de l'éjecteur

Ces dimensions et pressions jouent un rôle essentiel dans la détermination la performance de l'éjecteur.

5.2.3 Indicateurs de performance clés

Il existe deux indicateurs de performance clés pour un éjecteur : le taux d'entraînement et le taux de compression.

Taux d'entraînement (ω) : Le taux d'entraînement (ω) indique la capacité de l'éjecteur à aspirer et mélanger le fluide secondaire dans le flux de fluide primaire. Il correspond au rapport entre le débit massique du fluide aspiré (m_2) et le débit massique du fluide moteur (m_1) :

$$\omega = \frac{m_2}{m_1} \quad (1)$$

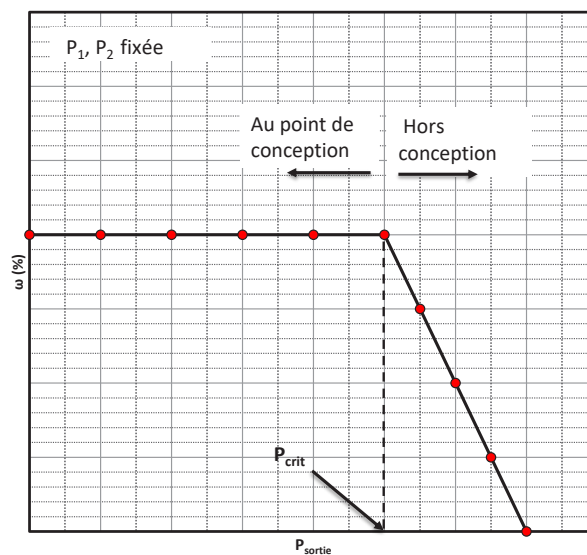


Figure 2 : Courbe de performance typique d'un éjecteur gaz/gaz

La figure 2 illustre, pour une conception donnée d'un éjecteur, sa courbe de performance typique. Pour des conditions fixes de pression des fluides moteurs et aspirés à l'entrée (P_1 et P_2 respectivement), le taux d'entraînement de l'éjecteur possède une valeur maximale qui demeure constante jusqu'à ce que la pression de sortie atteigne une valeur maximale appelée pression critique (P_{crit}). À P_{crit} , les débits du fluide moteur et aspiré sont étranglés. En deçà de la P_{crit} , on dit que l'éjecteur fonctionne "au point de conception". Au-delà de P_{crit} , on dit que l'éjecteur fonctionne "hors conception" avec un taux d'entraînement décroissant.

Ce comportement peut être résumé comme suit :

- m_2 reste constant lorsque $P_{\text{sortie}} < P_{\text{sortie-crit}}$
- m_2 diminue lorsque $P_{\text{sortie}} > P_{\text{sortie-crit}}$

Taux de compression : Le taux de compression indique la capacité de l'éjecteur à comprimer le fluide aspiré, et donc à augmenter sa pression :

$$\text{Taux de compression} = \frac{P_{\text{sortie}}}{P_2} \quad (2)$$

La performance de l'éjecteur est optimal lorsque celui-ci fonctionne à une pression de sortie proche de sa pression de sortie critique, et que le taux de compression ($P_{\text{sortie-crit}}/P_2$) est maximal pour $\omega = \omega_{\text{crit}}$. Néanmoins, selon l'application, la priorité pourrait être accordée au taux d'entraînement ou au taux de compression.

5.3 LA SCIENCE DERRIÈRE L'OUTIL DE CALCUL

L'outil de calcul logiciel CanEJEX intègre deux modèles thermodynamiques unidimensionnels : le « modèle de conception préliminaire » et le « modèle de prévision de la performance » développés pour les éjecteurs monophasiques (gaz/gaz) et diphasiques au CO₂. Les modèles utilisent les éléments suivants :

1. Relations d'écoulement isentropique :

Pour les calculs de tuyère et l'analyse de col

2. Conservation de la quantité de mouvement :

Pour l'analyse de la chambre de mélange

3. Conservation de l'énergie :

Pour les calculs des propriétés thermodynamiques

4. Conservation de la masse :

Pour la détermination des débits

5. Modèle d'équilibre homogène :

Pour l'analyse des écoulements diphasiques

Des références sur les applications des éjecteurs et les approches de modélisation sont fournies à la fin du manuel de l'utilisateur.

5.4 PROPRIÉTÉS DES FLUIDES

Les utilisateurs peuvent choisir des fluides au sein d'une liste prédéfinie, et cette liste peut être agrandie pour inclure d'autres fluides. Les propriétés thermodynamiques de ces fluides proviennent de la bibliothèque gratuite CoolProp, et la documentation CoolProp comprend davantage d'informations sur chaque fluide.

Pour le fluide « Mélange de gaz naturel », une équation d'état codée est utilisée; lorsque ce fluide est choisi, la composition exacte du mélange doit être indiquée.

Limites des propriétés des fluides

Le logiciel détermine automatiquement les limites des propriétés des fluides à l'aide de CoolProp :

- **Limites de température :**
Températures minimales et maximales pour chaque fluide
- **Limites de pression :**
Limites de pression maximale pour les calculs thermodynamiques

Ces limites varient considérablement d'un fluide à l'autre et sont automatiquement appliquées lors des calculs.

Tableau 13 : Limites corrigées des propriétés des fluides (tirées de CoolProp 7.x)

Fluide	Tmin (K)	Tmax (K)	Pmax (kPa)
CO ₂	216,6	2 000,0	800 000
R134a	169,9	455,0	70 000
CH ₄	90,7	625,0	1 000 000
Air	59,8	2 000,0	2 000 000
H ₂	14,0	1 000,0	2 000 000

5.5 GLOSSAIRE

Terme	Définition
A_{AC}	Section transversale de la section à aire constante de l'éjecteur
A_{col}	Section transversale du col de la tuyère
D_{sortie}	Diamètre de la sortie de la tuyère
D_{col}	Diamètre du col de la tuyère
m_1, m_{moteur}	Débit massique du fluide primaire/moteur
$m_2, m_{aspiré}$	Débit massique du fluide secondaire/aspiré
m_{fluide}	Débit massique du fluide
P_1	Pression primaire (pression du fluide moteur)
P_2	Pression secondaire (pression du fluide aspiré)
P_{sortie}	Pression de sortie de l'éjecteur (pression de refoulement)
$P_{sortie-crit}$	Pression de sortie critique de l'éjecteur (pression de refoulement critique)
ω	Taux d'entraînement
$W_{électrique}$	Puissance électrique
W_{moteur}	Puissance cinétique fournie par le fluide moteur
DFN	Dynamique des fluides numérique
CoolProp	Bibliothèque de propriétés thermodynamiques

06 RÉFÉRENCES

1. Aidoun, Z., Ameer, K., Falsafioon, M. et Badache, M. (2019). Current advances in ejector modelling, experimentation and applications for refrigeration and heat pumps. Part 1: single-phase ejectors. *Inventions*, vol. 4, no 1, p. 15.
2. Aidoun, Z., Ameer, K., Falsafioon, M. et Badache, M. (2019). Current advances in ejector modelling, experimentation and applications for refrigeration and heat pumps. Part 2: two-phase ejectors. *Inventions*, vol. 4, no 1, p. 16.
3. Falsafioon, M., Ameer, K. et Poppe, I. (2025). A thorough and efficient design process for transcritical CO₂ ejectors. *International Journal of Heat and Mass Transfer*, vol. 239, article no 126511.
4. Ameer, K. et Aidoun, Z. (2023). A simple design approach of two-phase ejectors for CO₂ transcritical heat pumps. *Journal of Applied Fluid Mechanics*, vol. 16, no 10, p. 1887-1900.

07 COORDONNÉES ET ASSISTANCE TECHNIQUE

Pour obtenir une assistance technique, obtenir des informations sur les licences ou en savoir plus sur le logiciel CanEJEX, veuillez communiquer avec l'équipe de développement par l'intermédiaire des canaux suivants :

Canaux d'assistance technique

Assistance utilisateur : Pour obtenir de l'aide ou pour toute question, veuillez contacter : CanEJEX@nrcan-rncan.gc.ca.

INFORMATIONS SUR LE LOGICIEL

CanEJEX - Outil de calcul des éjecteurs

Version 1.0

En téléchargeant le logiciel, l'utilisateur accepte les conditions qui figurent dans le [contrat de licence d'utilisation](#).

ISBN : 978-0-660-99758-2

Catalogue no. : M154-218/2026F-PDF

© Sa Majesté le roi du chef du Canada,
représenté par le ministre des Ressources naturelles Canada, 2026
Tous droits réservés