

TUTORIEL D'INSTALLATION ET D'UTILISATION



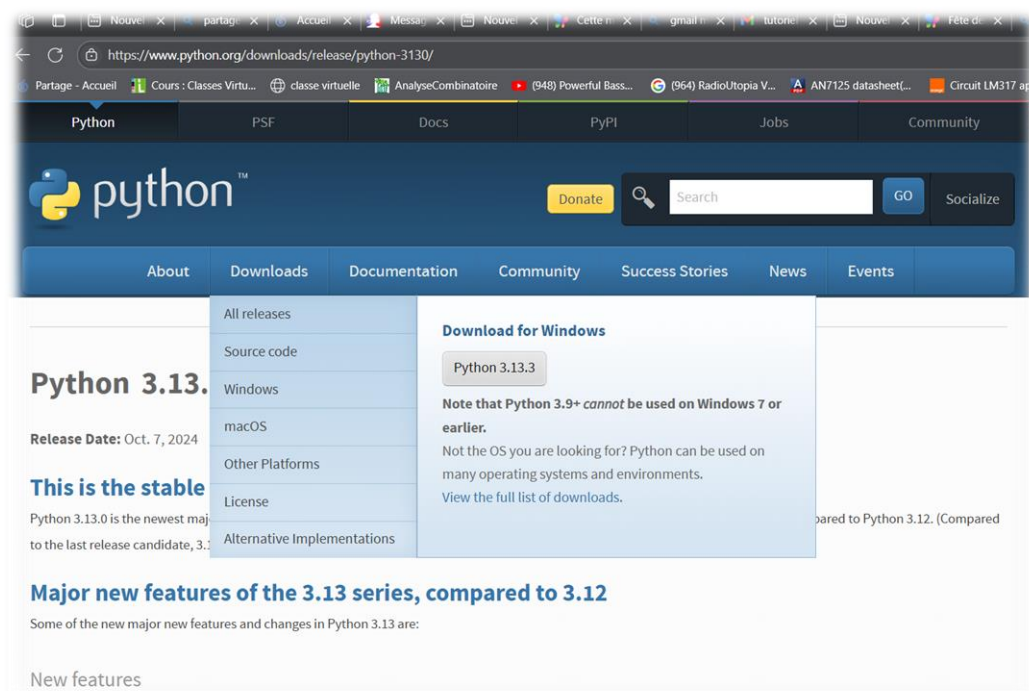
Rédacteur : M. LUCZYSZYN Stéphane, enseignant en génie thermique (54520 Laxou)

stephane.luczyszyn@ac-nancy-metz.fr

Étape 1 : Pour exécuter le programme, il est nécessaire d'installer **Python v3.13**, disponible gratuitement.

🔗 **Lien de téléchargement** : [Python Release Python 3.13.0 | Python.org](https://www.python.org/downloads/release/python-3130/)

Une fois Python installé, les programmes peuvent être exécutés directement, sans nécessiter d'éditeur tel que **Pyzo**, **VS Code**, etc.



Étape 2 : Télécharger sur MOODLE ou sur le lien décompressez le fichier ZIP contenant le programme pour extraire les fichiers d'installation. Il contient les images (icônes et illustrations) ainsi que le fichier de lancement

Copiez le dossier sur votre disque dur et exécutez le fichier principal « **Cycle frigorifique.bat** ».

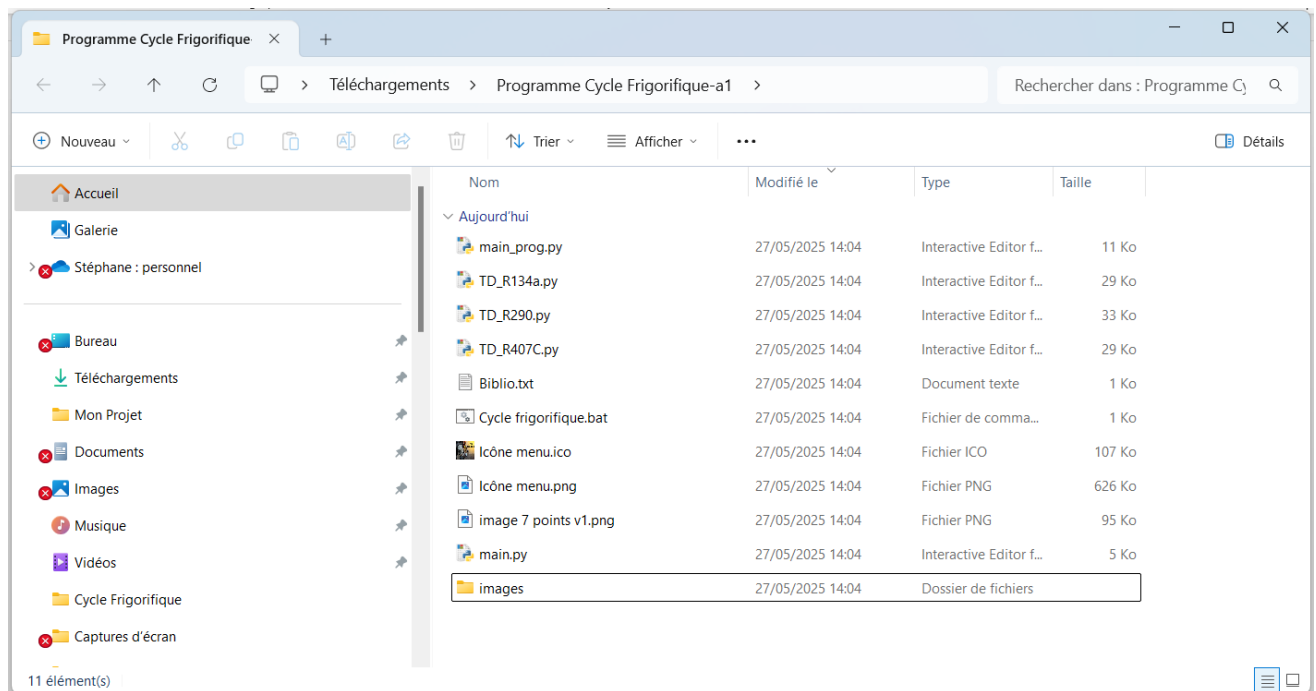
💡 **À noter :**

- L'exécution du fichier « Cycle frigorifique.bat » ajoutera automatiquement une icône sur votre bureau.
- Il installera également toutes les bibliothèques python nécessaires à l'exploitation du programme.
- Les bibliothèques requises sont listées dans « **Biblio.txt** ».

♦ **Problèmes possibles :** Certains systèmes peuvent bloquer l'installation de bibliothèques. Dans ce cas, **une installation manuelle via un IDE** est recommandée (exemple : **Pyzo** – fourni en annexe).

💡 **Astuce :** Si des messages d'erreur apparaissent, il est possible de les soumettre à une IA pour obtenir des suggestions de correction.





🔔 **Remarque** : Certains systèmes peuvent **bloquer l'installation** de certaines bibliothèques ❌. Je vous recommande une installation manuelle via un IDE 🛠️💻.

📦 L'installation de Pyzo vous est fournie en annexe 📄.

💡 **Astuce** : Les systèmes d'exploitation peuvent varier d'un équipement informatique à un autre 🖥️⚙️.

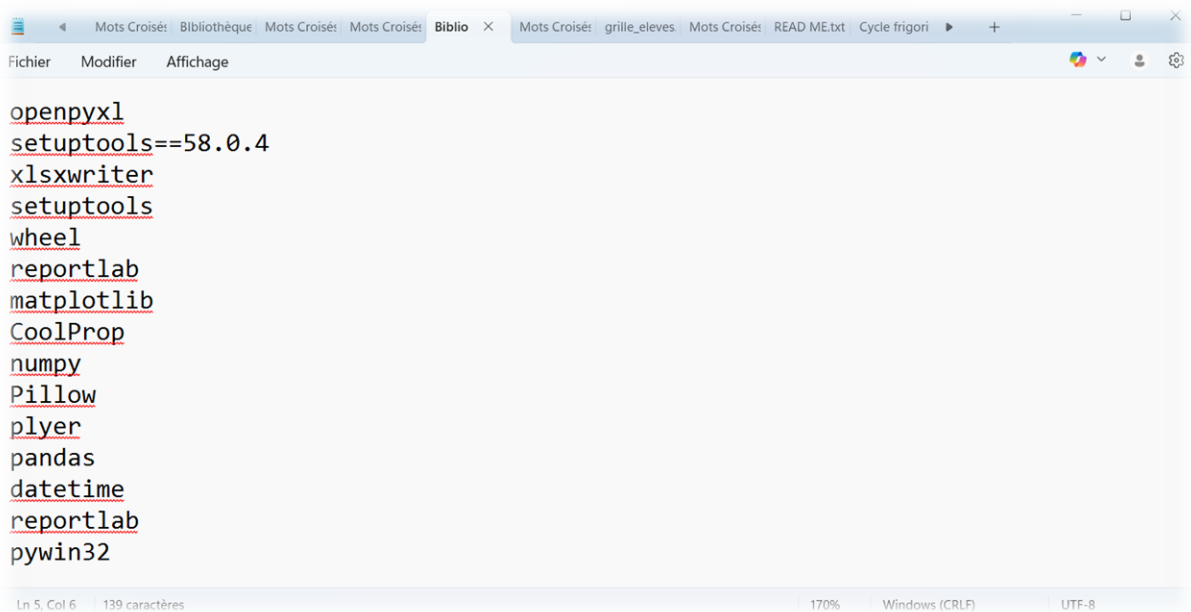
⚠️ **Les messages d'erreur** affichés dans la fenêtre peuvent être soumis à une IA 🤖, qui vous proposera des modifications ou des suggestions pour corriger les erreurs 🛠️🔍.

```

Cycle frigorifique
from openpyxl->r Biblio.txt (line 1)) (2.0.0)
Requirement already satisfied: chardet in c:\users\steph\appdata\local\programs\python\python313\lib\site-packages (from
reportlab->r Biblio.txt (line 6)) (5.2.0)
Requirement already satisfied: contourpy>=1.0.1 in c:\users\steph\appdata\local\programs\python\python313\lib\site-packa
ges (from matplotlib->r Biblio.txt (line 7)) (1.3.1)
Requirement already satisfied: cyclex>=0.10 in c:\users\steph\appdata\local\programs\python\python313\lib\site-packages
(from matplotlib->r Biblio.txt (line 7)) (0.12.1)
Requirement already satisfied: fonttools>=4.22.0 in c:\users\steph\appdata\local\programs\python\python313\lib\site-pack
ages (from matplotlib->r Biblio.txt (line 7)) (4.57.0)
Requirement already satisfied: kiwisolver>=1.3.1 in c:\users\steph\appdata\local\programs\python\python313\lib\site-pack
ages (from matplotlib->r Biblio.txt (line 7)) (1.4.8)
Requirement already satisfied: packaging>=20.0 in c:\users\steph\appdata\local\programs\python\python313\lib\site-packag
es (from matplotlib->r Biblio.txt (line 7)) (24.2)
Requirement already satisfied: pyparsing>=2.3.1 in c:\users\steph\appdata\local\programs\python\python313\lib\site-packa
ges (from matplotlib->r Biblio.txt (line 7)) (3.2.3)
Requirement already satisfied: python-dateutil>=2.7 in c:\users\steph\appdata\local\programs\python\python313\lib\site-p
ackages (from matplotlib->r Biblio.txt (line 7)) (2.9.0.post0)
Requirement already satisfied: pytz>=2020.1 in c:\users\steph\appdata\local\programs\python\python313\lib\site-packages
(from pandas->r Biblio.txt (line 12)) (2025.2)
Requirement already satisfied: tzdata>=2022.7 in c:\users\steph\appdata\local\programs\python\python313\lib\site-packag
es (from pandas->r Biblio.txt (line 12)) (2025.2)
Requirement already satisfied: zope.interface in c:\users\steph\appdata\local\programs\python\python313\lib\site-packag
es (from datetime->r Biblio.txt (line 13)) (7.2)
Requirement already satisfied: six>=1.5 in c:\users\steph\appdata\local\programs\python\python313\lib\site-packages (fro
m python-dateutil>=2.7->matplotlib->r Biblio.txt (line 7)) (1.17.0)
Chemin icône script : C:\Users\steph\Downloads\Cycle Frigorifique\Icône menu.ico
Chemin script : C:\Users\steph\Downloads\Cycle Frigorifique\Cycle frigorifique.bat
Chemin raccourci : C:\Users\steph\OneDrive\Bureau\Cycle frigorifique.lnk
Le raccourci est déjà présent sur le bureau.

```

Ci-dessus : Aperçu du contenu du programme **Biblio.txt** listant les bibliothèques qui se téléchargeront automatiquement :



```
openpyxl
setuptools==58.0.4
xlsxwriter
setuptools
wheel
reportlab
matplotlib
CoolProp
numpy
Pillow
plyer
pandas
datetime
reportlab
pywin32
```

Ln 5, Col 6 | 139 caractères | 170% | Windows (CRLF) | UTF-8

Étape 3 : Étape 3 : Lancement du programme

Vous pouvez maintenant exécuter le programme principal ou relire ce tutoriel.

Affichage du menu principal :

Ce programme permet de travailler avec **trois types de gaz** fréquemment utilisés :

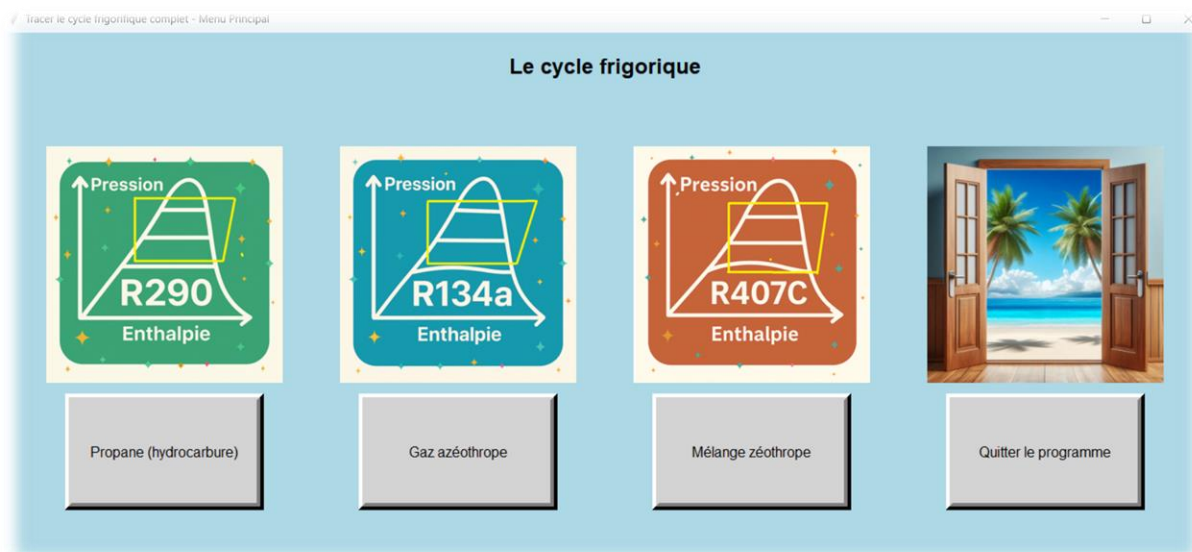
- **R407C** (zéotrope, mélange de 3 gaz HFC)
- **R134a** (présent dans nos maquettes et chauffe-eaux thermodynamiques)
- **R290** (utilisé dans les installations et maquettes récentes)

 **Dans ce tutoriel, nous nous concentrerons sur le R134a.**

Cliquez sur le bouton correspondant sous l'icône pour poursuivre.

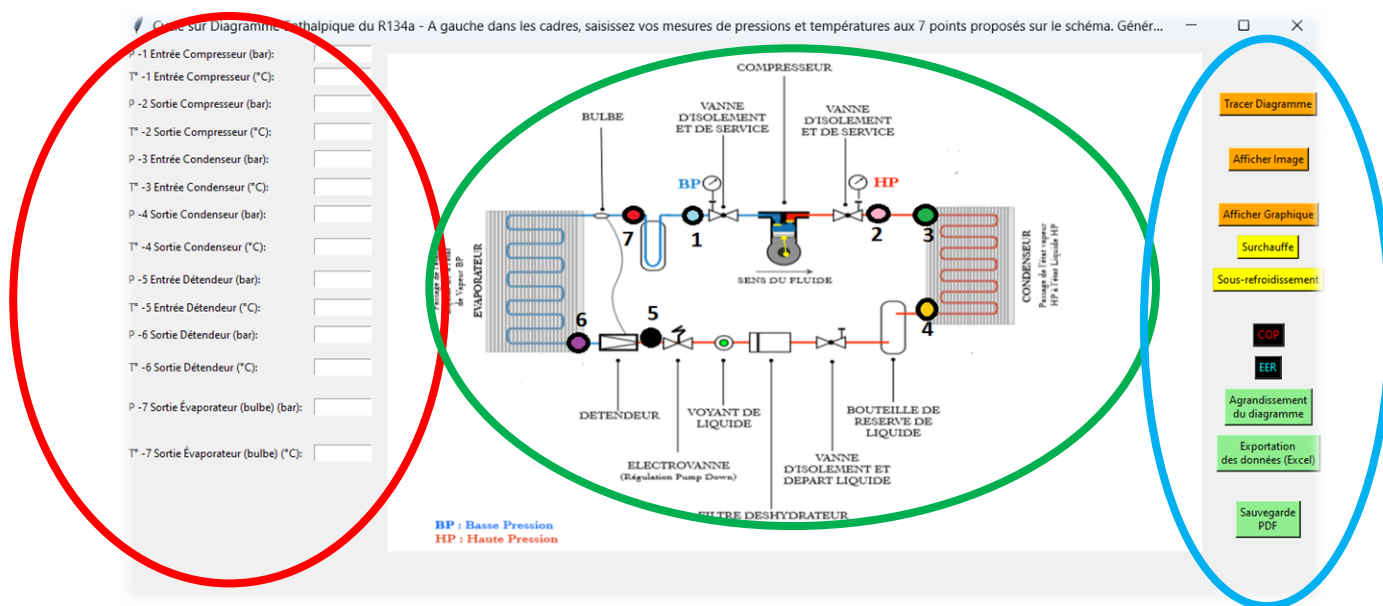


Affichage de votre menu :



Étape 4 : Le programme principal se lance : vous pouvez maintenant lancer le programme principal, ou relire ce tutoriel.

Dans ce tutoriel, je vous propose de travailler sur le R134a (cliquer sur le bouton sous l'icône)



**Saisie des valeurs
Pressions et
Températures**

**Repérage de 7 points
de mesures proposés.**

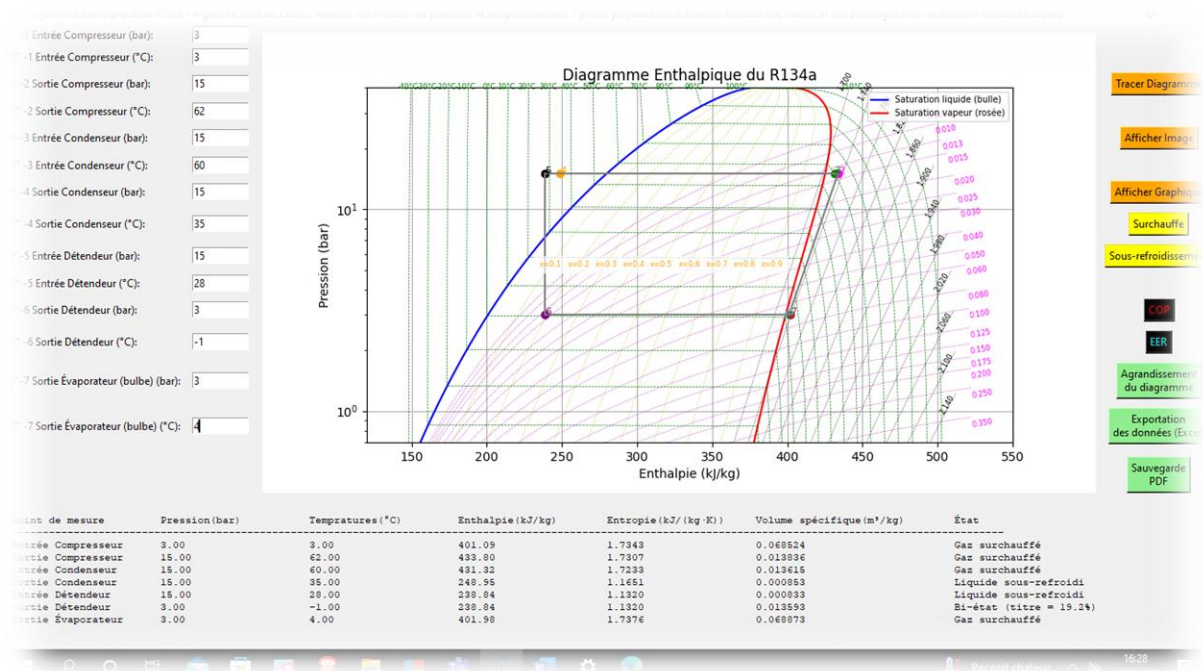
**Tableau de
commandes**

Exemple de vue d'ensemble de l'affichage lorsque la saisie des 7 points est déterminée (à l'exception de la sortie du détendeur, dont la température est déduite par le programme).

Les valeurs présentées ici sont établies à titre expérimental, dans un but pédagogique.

Les données sont tirées de l'excellente bibliothèque **CoolProp**, sans laquelle ce programme précis n'aurait pas pu être développé. CoolProp reprend les caractéristiques des principaux gaz frigorigènes, offrant ainsi des calculs précis et fiables.

De plus, votre illustration est en cours de création. Elle sera disponible sous peu !



Présentation détaillée :

📌 Sur la colonne de gauche de la page principale, vous trouverez un **rappel des points de mesure** sur l'installation.

🔧 Le **schéma** illustre les **emplacements des différents équipements** constituant une installation frigorifique.

📍 Les **points de mesure approximatifs** sont indiqués pour l'étudiant (notés de **1 à 7**).

⚠️ À noter que le **point de mesure de la température de sortie du détendeur** est défini **automatiquement** par le programme afin de **simplifier le tracé**. ✨

Cycle sur Diagramme Enthalpique du R134a

| | |
|--|----|
| P -1 Entrée Compresseur (bar): | 3 |
| T° -1 Entrée Compresseur (°C): | 3 |
| P -2 Sortie Compresseur (bar): | 15 |
| T° -2 Sortie Compresseur (°C): | 62 |
| P -3 Entrée Condenseur (bar): | 15 |
| T° -3 Entrée Condenseur (°C): | 60 |
| P -4 Sortie Condenseur (bar): | 15 |
| T° -4 Sortie Condenseur (°C): | 35 |
| P -5 Entrée Détendeur (bar): | 15 |
| T° -5 Entrée Détendeur (°C): | 28 |
| P -6 Sortie Détendeur (bar): | 3 |
| T° -6 Sortie Détendeur (°C): | -1 |
| P -7 Sortie Évaporateur (bulbe) (bar): | 3 |
| T° -7 Sortie Évaporateur (bulbe) (°C): | 4 |

La saisie effectuée, l'étudiant sélectionne le tracer du diagramme sur le panneau de commande.

Diagramme Enthalpique du R134a - A gauche dans les cadres, saisissez vos mesures de pressions et températures aux 7 points proposés sur le schéma. Générez vos valeurs et vos affichages avec les boutons colorés de droite

P -1 Entrée Compresseur (bar): 3

T° -1 Entrée Compresseur (°C): 3

P -2 Sortie Compresseur (bar): 15

T° -2 Sortie Compresseur (°C): 62

P -3 Entrée Condenseur (bar): 15

T° -3 Entrée Condenseur (°C): 60

P -4 Sortie Condenseur (bar): 15

T° -4 Sortie Condenseur (°C): 35

P -5 Entrée Détendeur (bar): 15

T° -5 Entrée Détendeur (°C): 28

P -6 Sortie Détendeur (bar): 3

T° -6 Sortie Détendeur (°C): -1

P -7 Sortie Évaporateur (bulbe) (bar): 3

T° -7 Sortie Évaporateur (bulbe) (°C): 4

BP : Basse Pression

FILTRE DESHYDRATEUR

Tracer Diagramme

Afficher Image

Afficher Graphique

Surchauffe

Sous-refroidissement

CO2

EER




Agrandissement du diagramme



Exportation des données (Excel)




Sauvegarde PDF

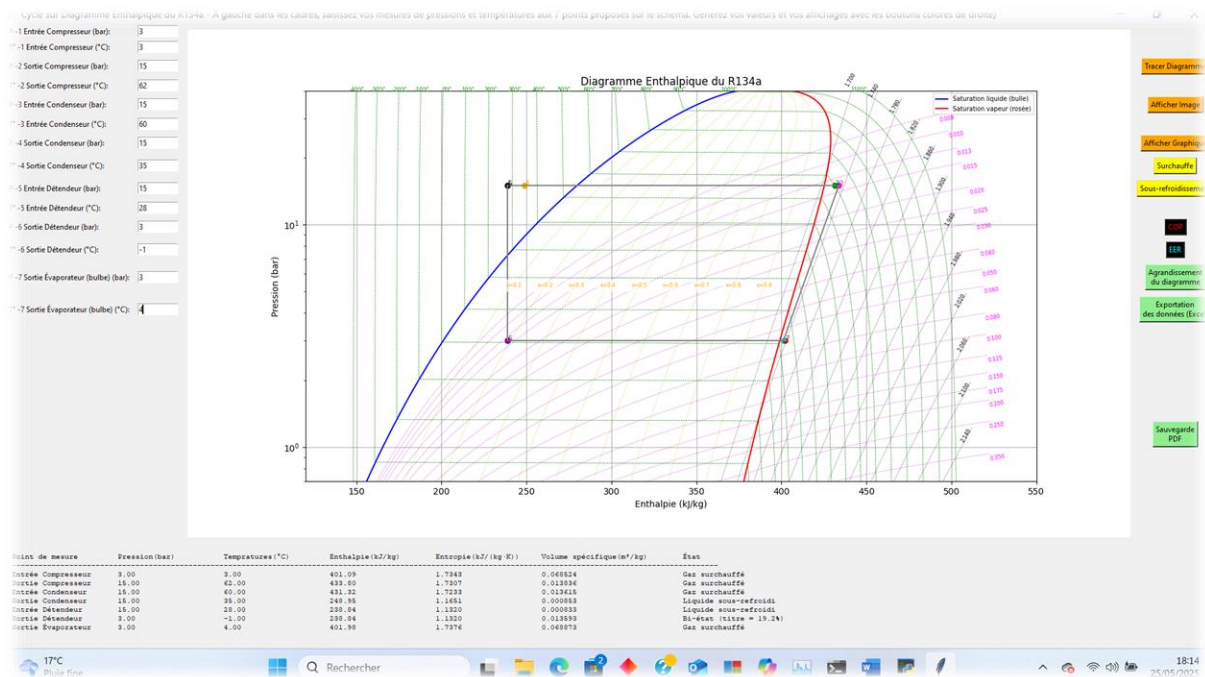
| Point de mesure | Pression (bar) | Température (°C) | Enthalpie (kJ/kg) | Entropie (kJ / (kg · K)) | Volume spécifique (m³/kg) | État |
|--------------------|----------------|------------------|-------------------|--------------------------|---------------------------|-------------------------|
| Entrée Compresseur | 3.00 | 3.00 | 401.09 | 1.7343 | 0.068524 | Gas surchauffé |
| Sortie Compresseur | 15.00 | 62.00 | 433.80 | 1.7307 | 0.013836 | Gas surchauffé |
| Entrée Condenseur | 15.00 | 60.00 | 431.32 | 1.7233 | 0.013616 | Gas surchauffé |
| Sortie Condenseur | 15.00 | 35.00 | 249.96 | 1.1651 | 0.000953 | Liquide sous-refroidi |
| Entrée Détendeur | 15.00 | 28.00 | 238.84 | 1.1320 | 0.000833 | Liquide sous-refroidi |
| Sortie Détendeur | 3.00 | -1.00 | 238.84 | 1.1320 | 0.013593 | Bi-état (titre = 19.24) |
| Sortie Évaporateur | 3.00 | 4.00 | 401.98 | 1.7376 | 0.068873 | Gas surchauffé |

16:29
13/04/2025

 **Le tracé apparaît sur l'écran après un temps de calcul qui dépend des performances de la machine**
  .







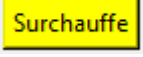

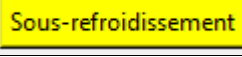





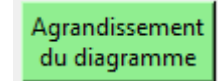

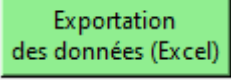



 **Les points sur la courbe sont calculés et reportés d'après les valeurs de la bibliothèque CoolProp** .

 **Les valeurs exactes** sont proposées dans un **tableau synthétique** sous le **graphique** pour une exploitation efficace par les calculs  .



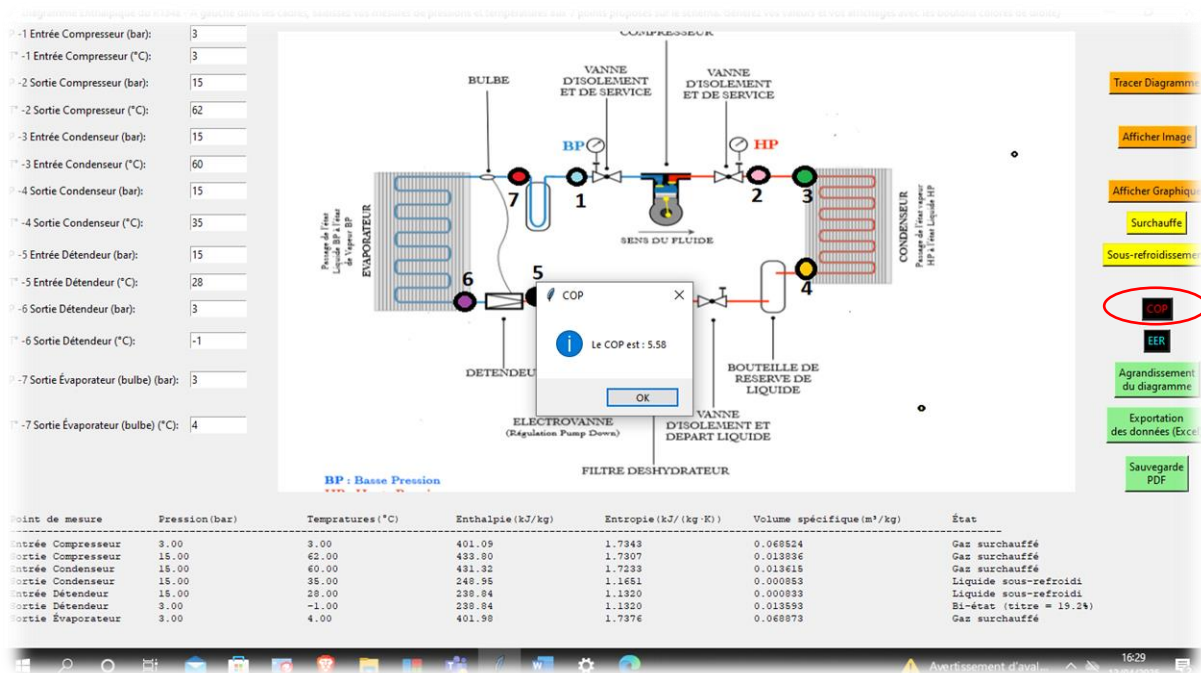
Les options proposées :

Propose la visualisation du schéma de l'installation à l'écran pour illustrer une explication ou une remédiation.

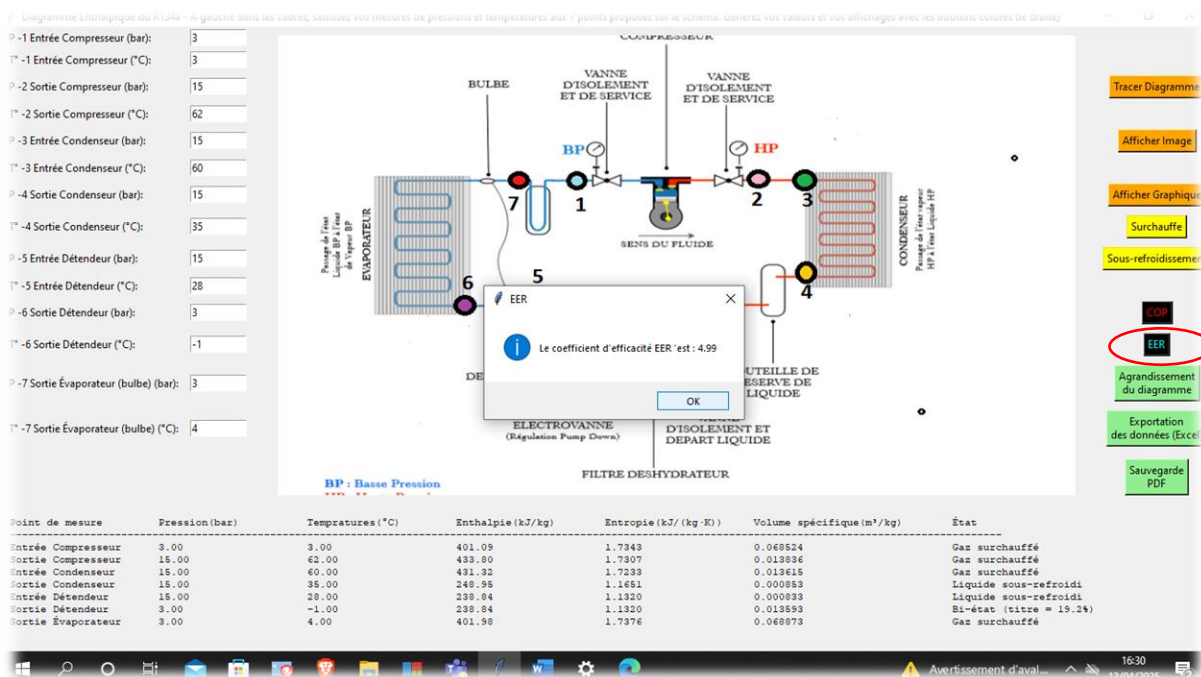
| Boutons | Actions | Edition d'un message notification. |
|---|--|---|
|  | Génère le cycle frigorifique basé sur les valeurs saisies. |  Non |
|  | Montre l'installation pour faciliter l'explication |  Non |
|  | Redessine le cycle frigorifique |  Non |
|  | Détermine la surchauffe de l'installation |  Oui |
|  | Évalue le sous-refroidissement |  Oui |
|  | Détermine l'efficacité en mode chauffage |  Oui |
|  | Détermine l'efficacité en mode froid. |  Oui |
|  | Imprimables et vierges pour un usage pédagogique |  Oui |
|  | Sauvegarde les données en tableur |  Oui |
|  | Génère un rapport des mesures réalisées. |  Oui |

Quelques vues : Des impressions d'écran des actions

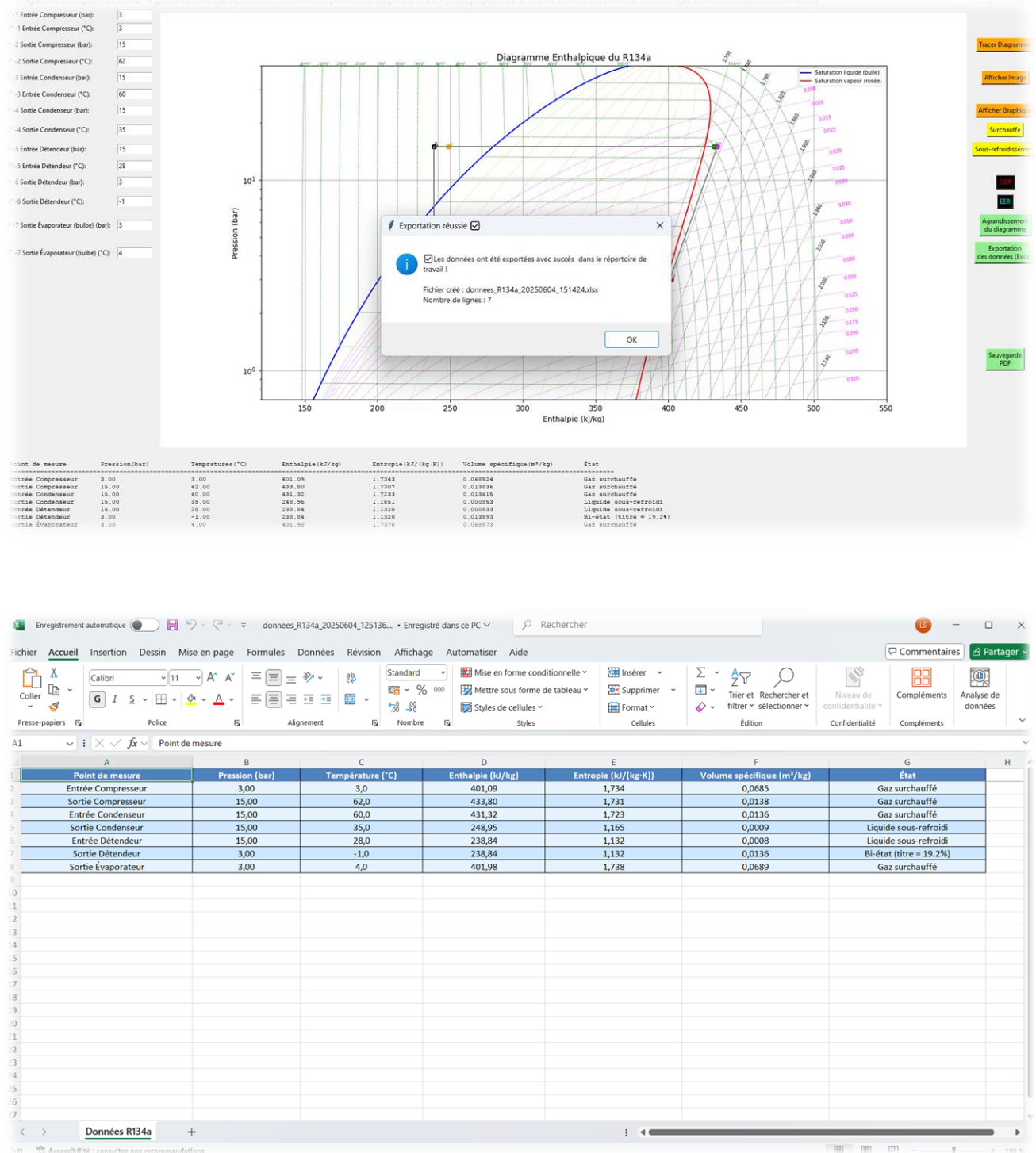
Aperçu pour le calcul du COP :



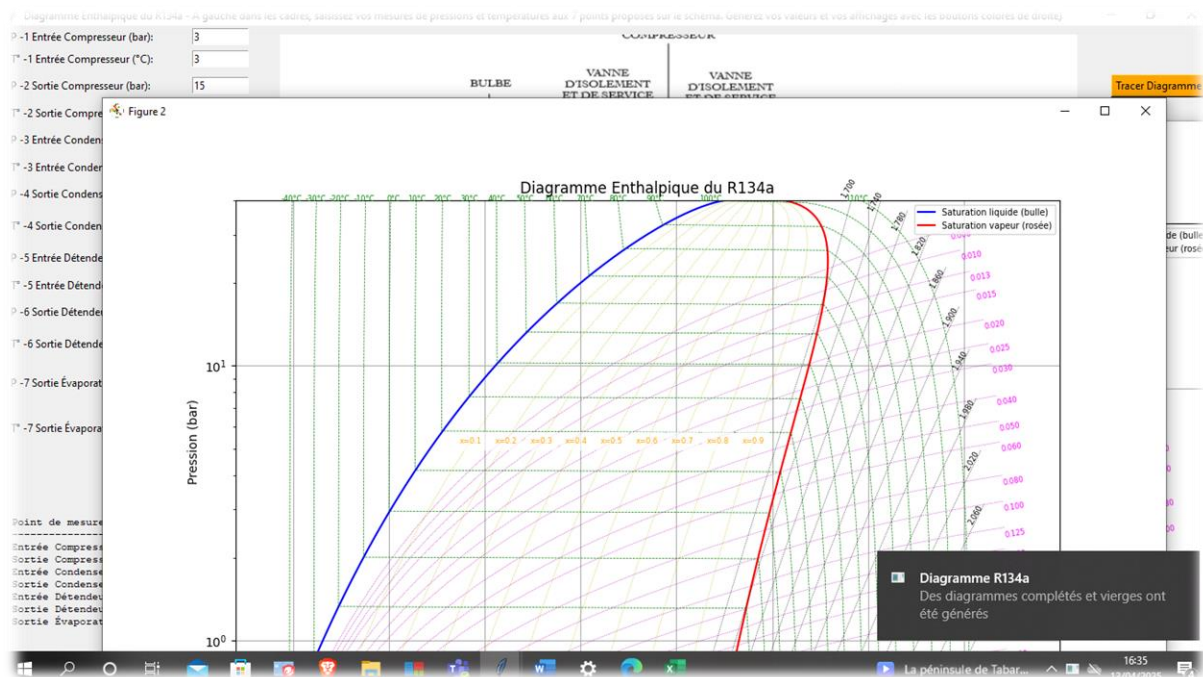
Aperçu pour le calcul EER.



Aperçu de la création du fichier Excel (Pour analyse et exploitation numérique)



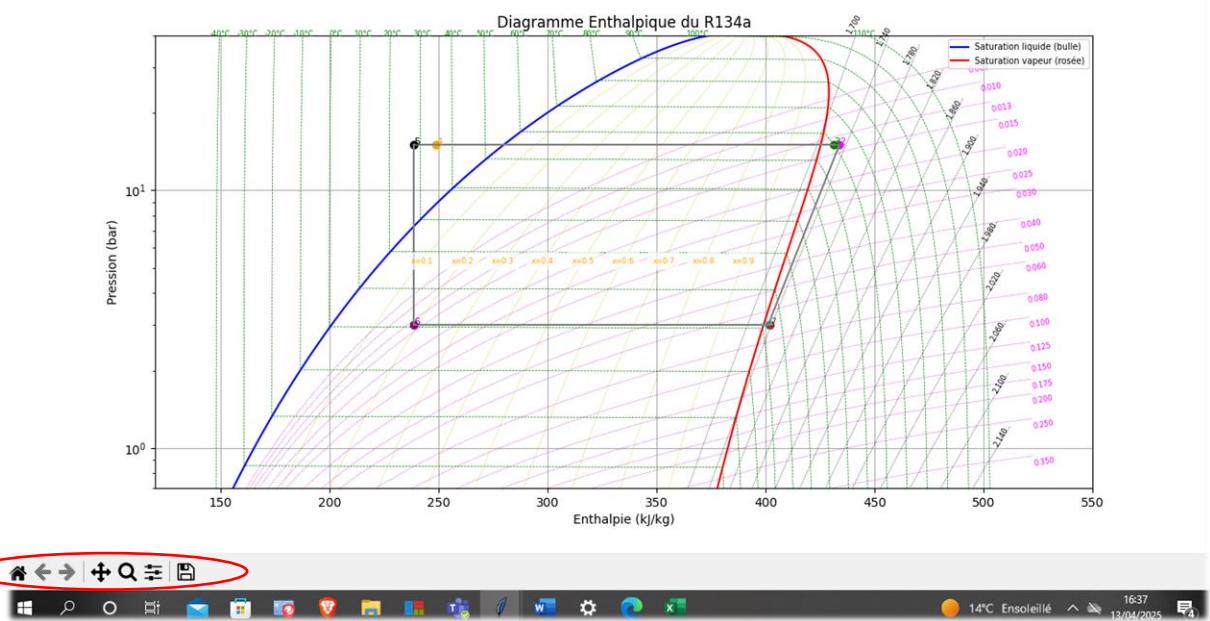
Aperçu des graphiques générés.



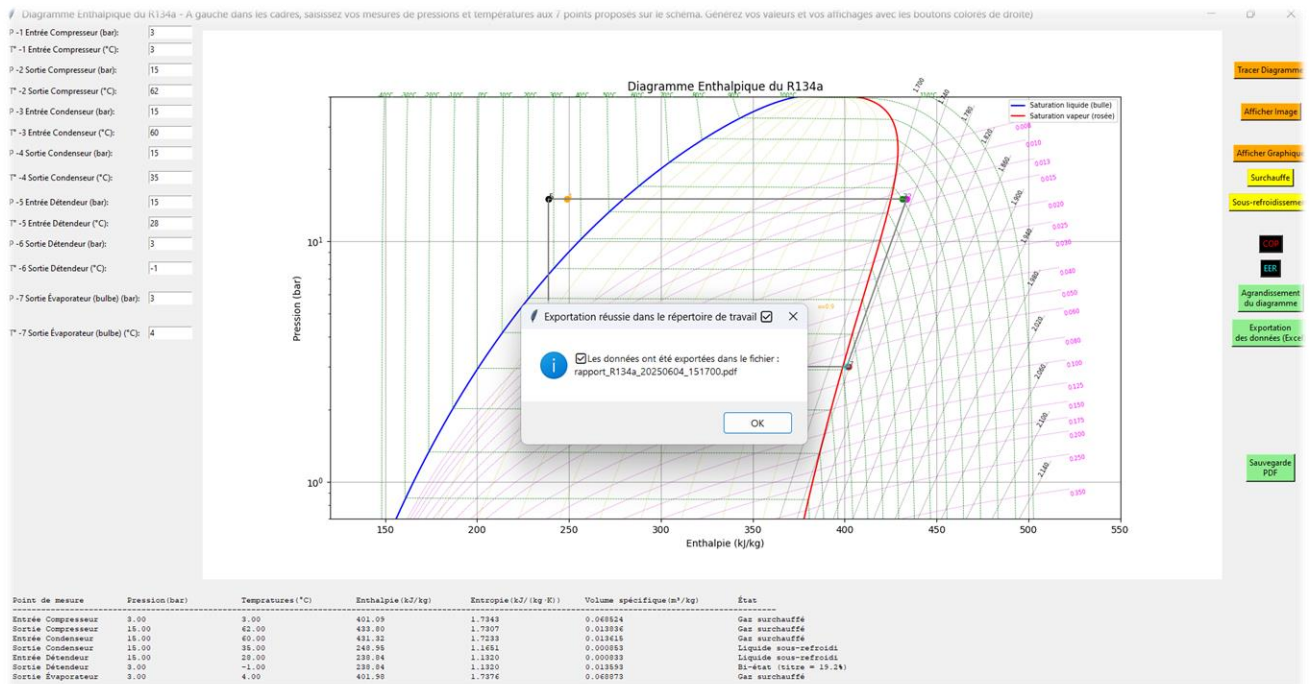
Afin de compléter l'exercice, un graphique vierge est proposé pour une impression future.



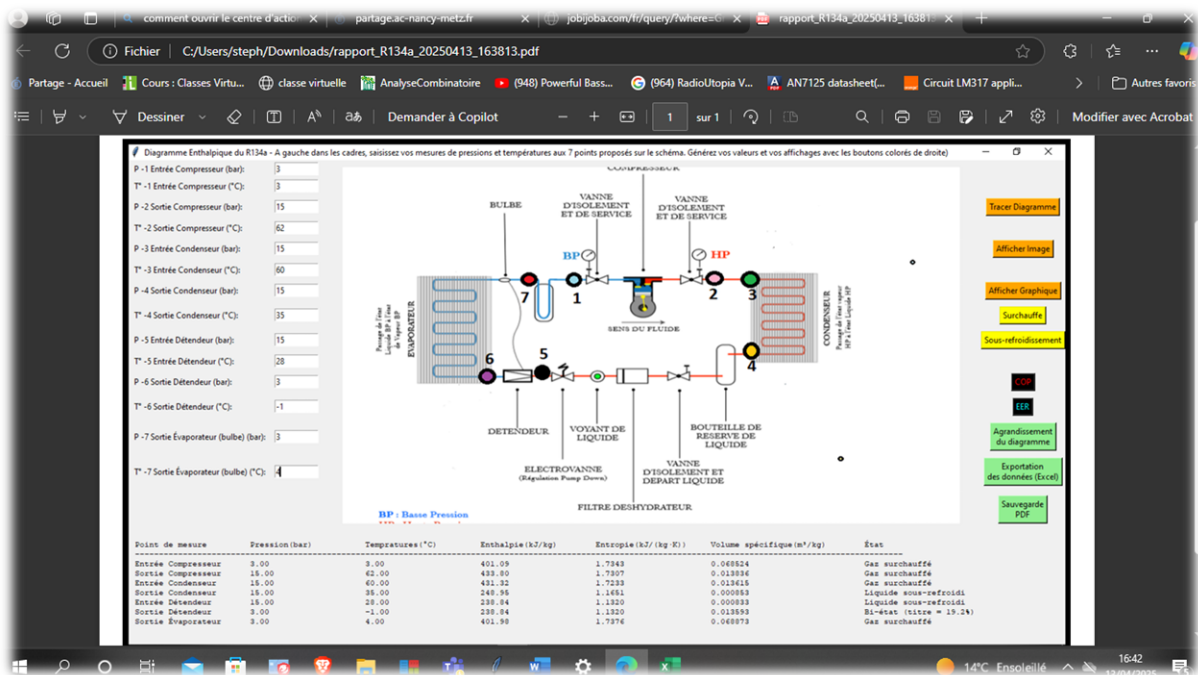
Figure 1



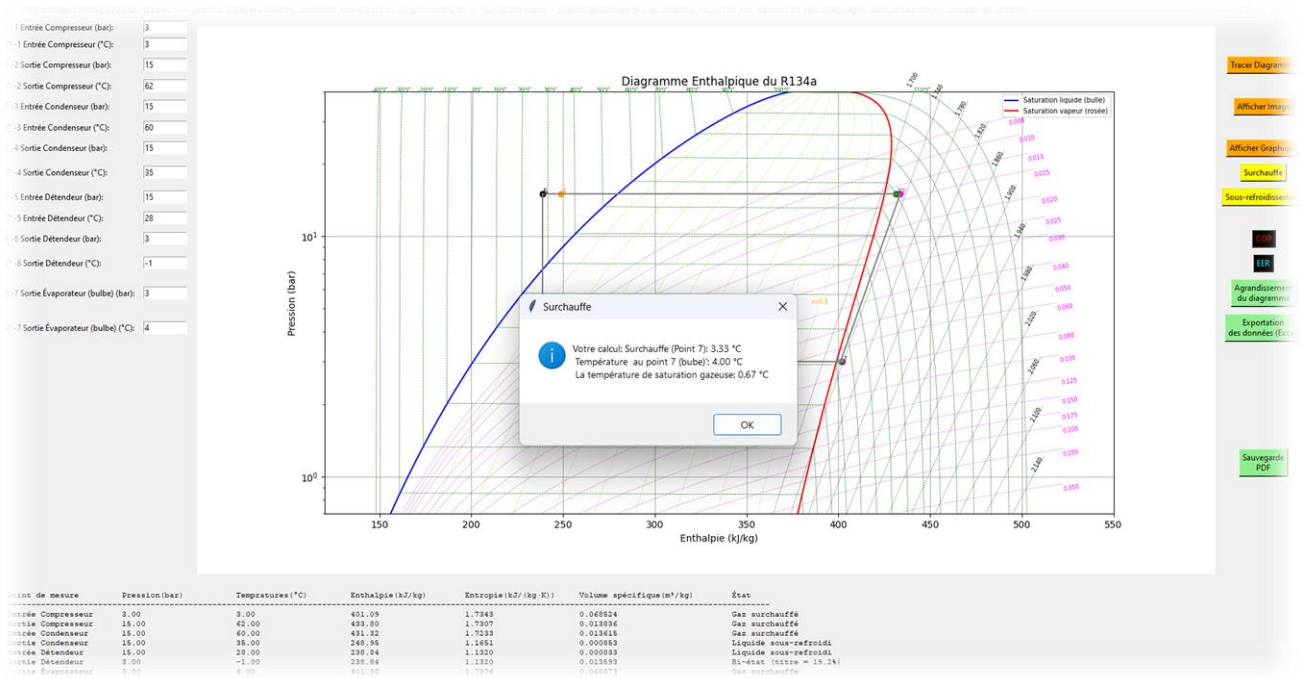
Aperçu du document de synthèse : Généré sous format PDF, ce document est la carte d'identité de l'installation au moment de la campagne de mesures.

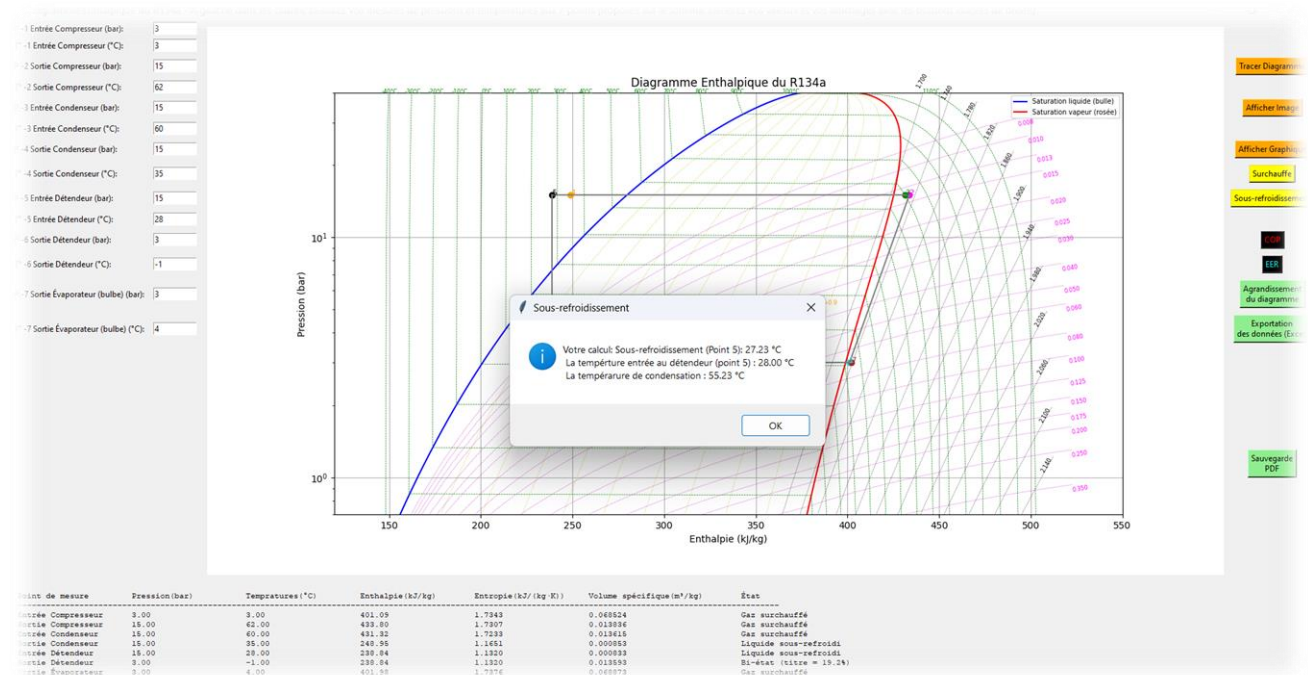


Note : les fichiers générés sont stockés sur le répertoire de lancement du programme.



Aperçu surchauffe et sous-refroidissement

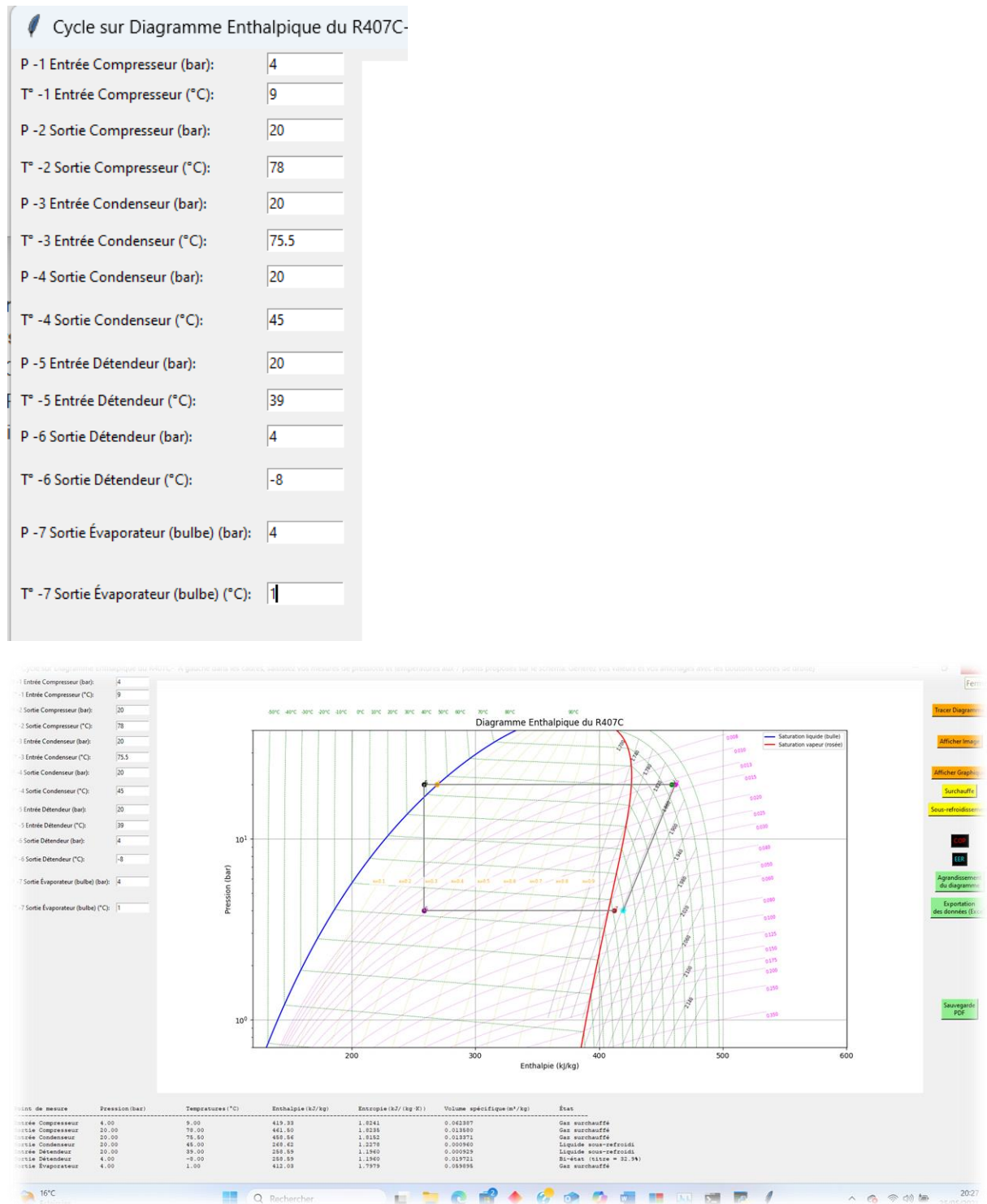




Les procédures sont identiques pour les autres gaz frigorigènes proposés.

Et pour quelques gaz de plus...

R407C :



R290 :

Cycle sur Diagramme Enthalpique du R290

P -1 Entrée Compresseur (bar):

T° -1 Entrée Compresseur (°C):

P -2 Sortie Compresseur (bar):

T° -2 Sortie Compresseur (°C):

P -3 Entrée Condenseur (bar):

T° -3 Entrée Condenseur (°C):

P -4 Sortie Condenseur (bar):

T° -4 Sortie Condenseur (°C):

P -5 Entrée Détendeur (bar):

T° -5 Entrée Détendeur (°C):

P -6 Sortie Détendeur (bar):

T° -6 Sortie Détendeur (°C):

P -7 Sortie Évaporateur (bulbe) (bar):

T° -7 Sortie Évaporateur (bulbe) (°C):

