

# 1 Essancielle

Nous commençons par ajuster le profil de déformation du bord en utilisant des simulations GHD, en prenant la température  $T$  comme paramètre ajustable. Le potentiel chimique  $\mu$  est paramétré en fonction de la température et de la densité spatiale initiale du nuage, notée  $n_p$ .  $\mu$  est ajusté en utilisant un modèle thermique de Yang-Yang afin de retrouver une densité spatiale initiale correspondant à  $n_p$ , mesurée à  $56.6 \mu\text{m}^{-1}$ . L'ajustement optimal de la déformation du bord est obtenu pour une température  $T = 558.9 \text{ nK}$  et un potentiel chimique  $\mu = 64 \text{ nK}$  (voir la Fig. 1).

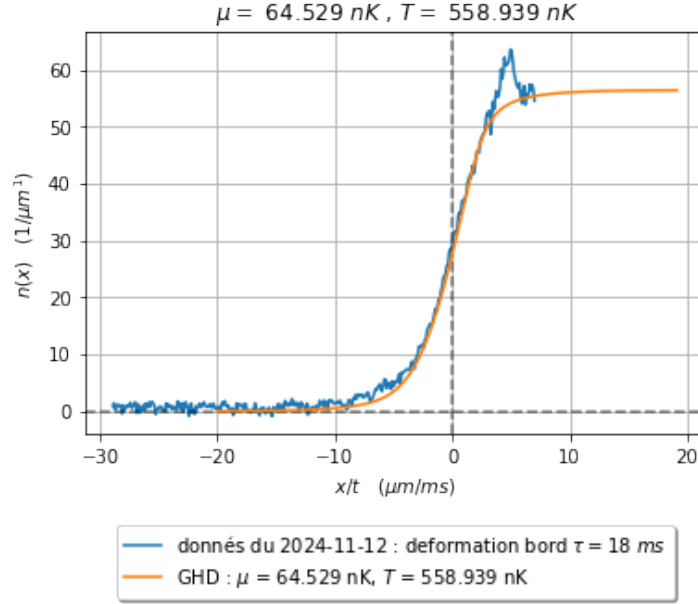


FIGURE 1 – [Bleu] Données de déformation du bord à  $t = 18 \text{ ms}$ , [Orange] Ajustement avec  $T = 558.939 \text{ nK}$  et  $\mu(T = 558.939 \text{ nK}, n_p = 56.6 \mu\text{m}^{-1}) = 64.529 \text{ nK}$ .

Nous souhaitons extraire une distribution locale de rapidité. Pour cela, avant de procéder à une expansion unidimensionnelle, nous sélectionnons une tranche du nuage  $?$ . La tranche  $[x_0 - \ell/2, x_0 + \ell/2[$  est celle dont nous voulons extraire la distribution de rapidité, notée  $\Pi_{x_0, \ell}$ . Ici,  $x_0$  est le centre de la tranche et  $\ell$  sa largeur.

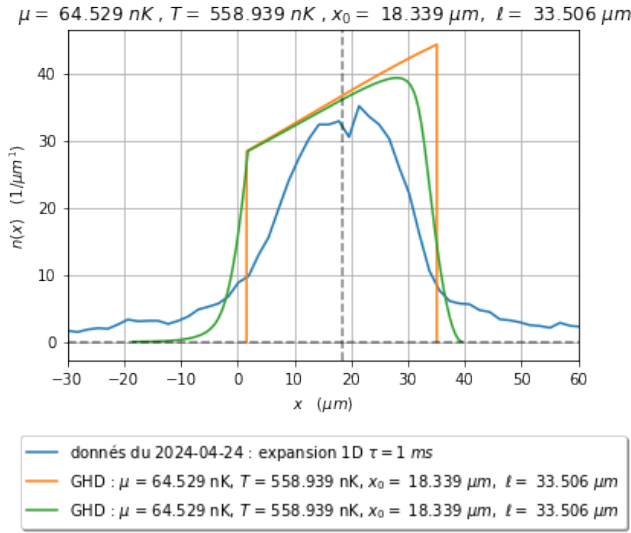
[Version 1.1]

Pour obtenir  $x_0$  et  $\ell$ , on ajuste, sur les données d'expansion à  $\tau = 1 \text{ ms}$ , une fonction porte convoluée avec une gaussienne <sup>1</sup>, où  $x_0$  est le centre de la fonction et  $\ell$  est la largeur à mi-hauteur <sup>2</sup>.

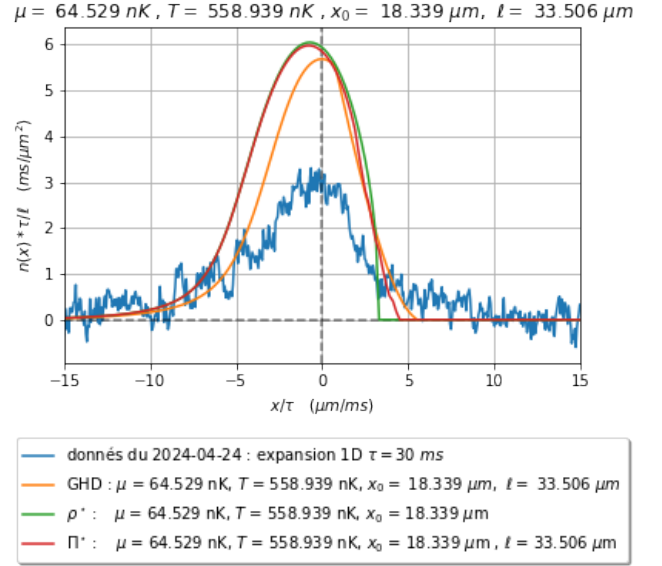
On trouve  $x_0 = 18.34 \mu\text{m}$  et  $\ell = 33.51 \mu\text{m}$  (voir la Fig. 2a).

Ensuite, une expansion unidimensionnelle est effectuée pendant  $\tau = 30 \text{ ms}$ . Les simulations GHD appliquées à la petite tranche donnent un profil conforme aux données (voir Fig. 2b). Après expansion, on observe une asymétrie dans les données, avec un côté plus raide. Cette asymétrie est visible dans les simulations, qui se rapprochent de la distribution de rapidité attendue, mais pas parfaitement des données.

- 
1.  $f(x; A, x_0, \sigma) = \frac{A}{2} \left( \text{erf} \left( \frac{x + \frac{A}{2} - x_0}{\sqrt{2}\sigma} \right) - \text{erf} \left( \frac{x - \frac{A}{2} - x_0}{\sqrt{2}\sigma} \right) \right)$
  2.  $\ell = 2\sqrt{2\ln(2)}\sqrt{\sigma^2 + \left(\frac{A}{2}\right)^2}$



(a) [Bleu] Données de sélection après expansion à  $\tau = 1 \text{ ms}$ , [Orange] Simulation de l'expansion pour  $\tau = 0 \text{ ms}$ , avec  $x_0 = 18.4 \mu\text{m}$  et  $\ell = 33.5 \mu\text{m}$ , ( $T = 558.9 \text{ nK}$  et  $\mu(T = 558.9 \text{ nK}, n_p = 56.6 \mu\text{m}^{-1}) = 64.529 \text{ nK}$ ) et [Vert] Simulation de l'expansion pour  $\tau = 0 \text{ ms}$ , avec  $x_0 = 18.4 \mu\text{m}$  et  $\ell = 33.5 \mu\text{m}$ , ( $T = 558.9 \text{ nK}$  et  $\mu(T = 558.9 \text{ nK}, n_p = 56.6 \mu\text{m}^{-1}) = 64.529 \text{ nK}$ )



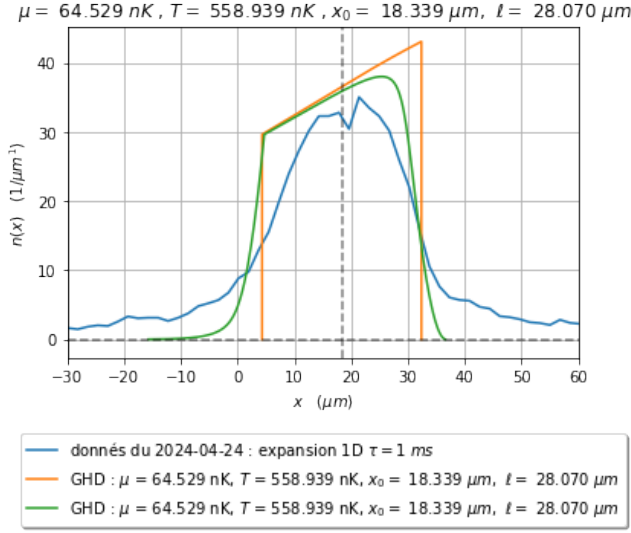
(b) [Bleu] Données expansion à  $\tau = 30 \text{ ms}$ , [Orange] Simulation de l'expansion à  $\tau = 30 \text{ ms}$  avec  $n_p = 56.6 \mu\text{m}^{-1}$ ,  $T = 558.9 \text{ nK}$ ,  $\mu = 64.529 \text{ nK}$ ,  $x_0 = 18.4 \mu\text{m}$  et  $\ell = 33.5 \mu\text{m}$ , [Vert] Distribution de rapidité en  $x = x_0$  pour  $T = 558.9 \text{ nK}$ ,  $\mu = 64.529 \text{ nK}$  et [Rouge] Distribution de rapidité dans la tranche  $[x_0 - \ell/2, x_0 + \ell/2]$  pour  $T = 558.9 \text{ nK}$ ,  $\mu = 64.529 \text{ nK}$

FIGURE 2

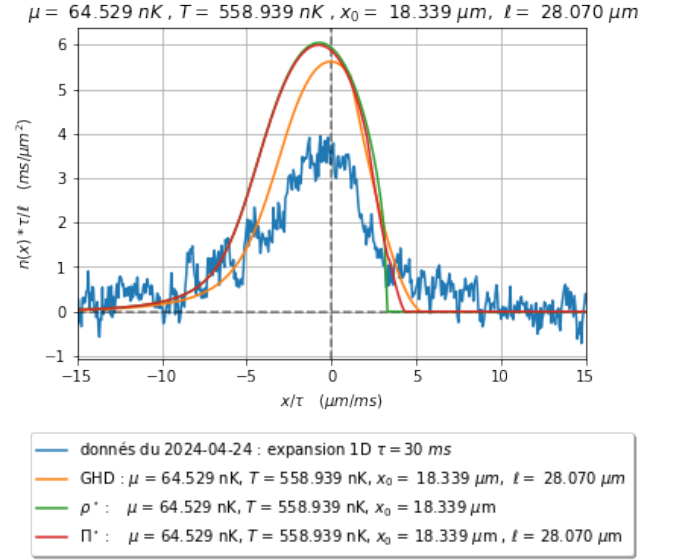
[Version 1.2 ]

Pour déterminer  $x_0$ , on ajuste les données d'expansion à  $\tau = 1 \text{ ms}$  avec une fonction porte convoluée avec une gaussienne, où  $x_0$  est le centre de la fonction. J'obtiens  $x_0 = 18.34 \mu\text{m}$ . Ensuite, on multiplie le profil du bord par une fonction porte centrée en  $x_0$  et de diamètre  $\ell$ . On ajuste  $\ell$  pour obtenir, dans la tranche, le même nombre d'atomes que mesuré dans les données à  $\tau = 1 \text{ ms}$ . On trouve ainsi  $\ell = 28.1 \mu\text{m}$  (voir Fig. 3a).

Après l'expansion, on observe une asymétrie dans les données, avec un côté plus raide. Cette asymétrie est visible dans les simulations, qui sont proches de la distribution de rapidité attendue mais ne correspondent pas parfaitement aux données.



(a) [Bleu] Données de sélection après expansion  $\tau = 1 \text{ ms}$ , [Orange] Simulation de l'expansion pour  $\tau = 0 \text{ ms}$ , avec  $x_0 = 18.4 \mu\text{m}$  et  $\ell = 28.1 \mu\text{m}$ , ( $T = 558.9 \text{ nK}$  et  $\mu(T = 558.9 \text{ nK}, n_p = 56.6 \mu\text{m}^{-1}) = 64.529 \text{ nK}$ ) et [Vert] Simulation de l'expansion pour  $\tau = 0 \text{ ms}$ , avec  $x_0 = 18.4 \mu\text{m}$  et  $\ell = 28.1 \mu\text{m}$ , ( $T = 558.9 \text{ nK}$  et  $\mu(T = 558.9 \text{ nK}, n_p = 56.6 \mu\text{m}^{-1}) = 64.529 \text{ nK}$ )



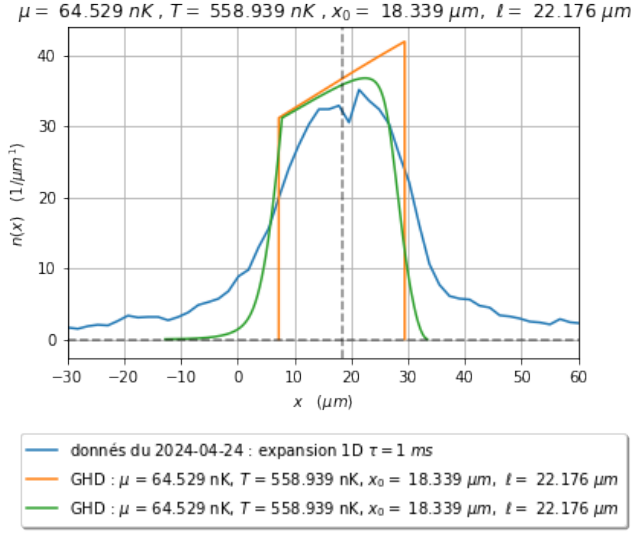
(b) [Bleu] Données d'expansion  $\tau = 30 \text{ ms}$ , [Orange] Simulation de l'expansion  $\tau = 30 \text{ ms}$  avec  $n_p = 56.6 \mu\text{m}^{-1}$ ,  $T = 558.9 \text{ nK}$ ,  $\mu = 64.529 \text{ nK}$ ,  $x_0 = 18.4 \mu\text{m}$ , et  $\ell = 28.1 \mu\text{m}$ , [Vert] Distribution de rapidité en  $x = x_0$  pour  $T = 558.9 \text{ nK}$ ,  $\mu = 64.529 \text{ nK}$ , et [Rouge] Distribution de rapidité dans la tranche  $[x_0 - \ell/2, x_0 + \ell/2[$  pour  $T = 558.9 \text{ nK}$ ,  $\mu = 64.529 \text{ nK}$

FIGURE 3

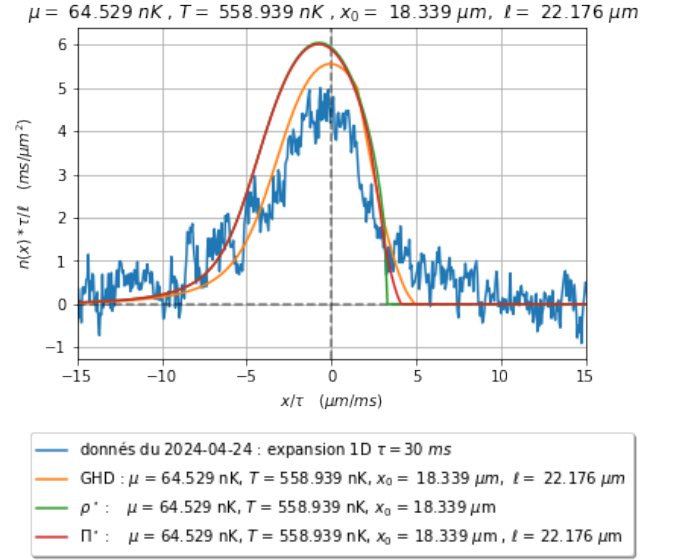
[Version 1.3 ]

Pour déterminer  $x_0$ , on ajuste les données d'expansion à  $\tau = 1 \text{ ms}$  avec un modèle de fonction porte convoluée avec une gaussienne, où  $x_0$  est le centre de la fonction. J'obtiens  $x_0 = 18.34 \mu\text{m}$ . Ensuite, on multiplie le profil de bord par une fonction porte centrée en  $x_0$  et de diamètre  $\ell$ . On ajuste  $\ell$  pour obtenir, dans la tranche, le même nombre d'atomes que mesuré dans les données à  $\tau = 30 \text{ ms}$ . On trouve ainsi  $\ell = 22.2 \mu\text{m}$  (voir Fig. 4a).

Après l'expansion, on observe une asymétrie dans les données, avec un côté plus raide. Cette asymétrie est également visible dans les simulations, qui sont proches de la distribution de rapidité attendue et des données.



(a) [Bleu] Données de sélection après expansion  $\tau = 1 \text{ ms}$ , [Orange] Simulation de l'expansion pour  $\tau = 0 \text{ ms}$ , avec  $x_0 = 18.4 \mu\text{m}$  et  $\ell = 22.2 \mu\text{m}$ , ( $T = 558.9 \text{ nK}$  et  $\mu(T = 558.9 \text{ nK}, n_p = 56.6 \mu\text{m}^{-1}) = 64.529 \text{ nK}$ ) et [Vert] Simulation de l'expansion pour  $\tau = 0 \text{ ms}$ , avec  $x_0 = 18.4 \mu\text{m}$  et  $\ell = 22.2 \mu\text{m}$ , ( $T = 558.9 \text{ nK}$  et  $\mu(T = 558.9 \text{ nK}, n_p = 56.6 \mu\text{m}^{-1}) = 64.529 \text{ nK}$ )



(b) [Bleu] Données d'expansion  $\tau = 30 \text{ ms}$ , [Orange] Simulation de l'expansion  $\tau = 30 \text{ ms}$  avec  $n_p = 56.6 \mu\text{m}^{-1}$ ,  $T = 558.9 \text{ nK}$ ,  $\mu = 64.529 \text{ nK}$ ,  $x_0 = 18.4 \mu\text{m}$  et  $\ell = 22.2 \mu\text{m}$ , [Vert] Distribution de rapidité en  $x = x_0$  pour  $T = 558.9 \text{ nK}$ ,  $\mu = 64.529 \text{ nK}$  et [Rouge] Distribution de rapidité dans la tranche  $[x_0 - \ell/2, x_0 + \ell/2]$  pour  $T = 558.9 \text{ nK}$ ,  $\mu = 64.529 \text{ nK}$

FIGURE 4

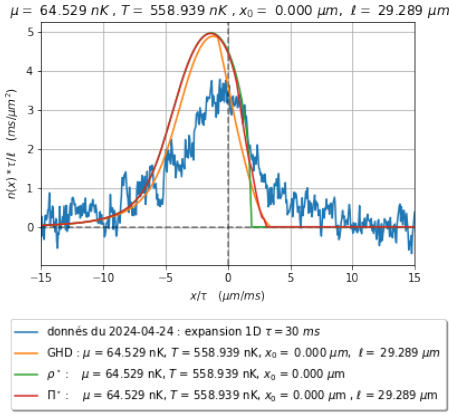
centre bouge entre  $\tau = 0$  et  $\tau = 1 \text{ ms}$  et mon mesure une difference de 17% de nombre d'atome sentre  $\tau = 1 \text{ ms}$  et  $\tau = 30 \text{ ms}$  sur les données d'expansion

[Version 1.4.1]

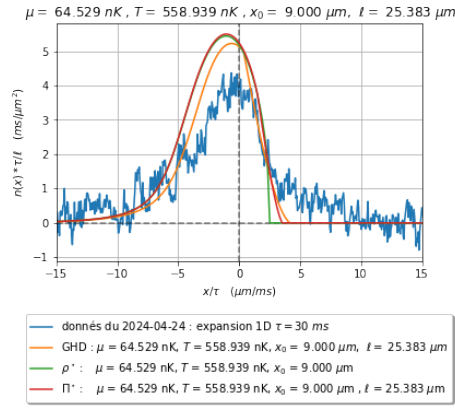
La tranche a une dynamique moyenne. Donc les donnée etais prisent après un temps d'expansion  $\tau$  de 1ms, on ne sais pas directement où est le centre  $x_0$  et la taille  $\ell$  de la tranche. On peut faire un ajustement des simulation GHD sur le profile à une temps d'expansion  $\tau$  de 1ms. ....

[Version 1.4.2]

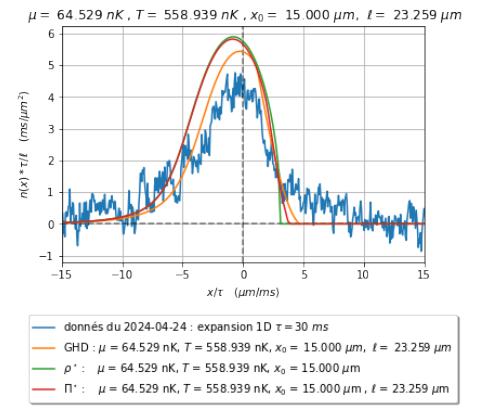
La tranche a une dynamique moyenne. Donc les donnée etais prisent après un temps d'expansion  $\tau$  de 1ms, on ne sais pas directement où est le centre  $x_0$  et la taille  $\ell$  de la tranche. On peut faire un ajustement des simulation GHD sur le profile à une temps d'expansion  $\tau$  de 30ms. ....



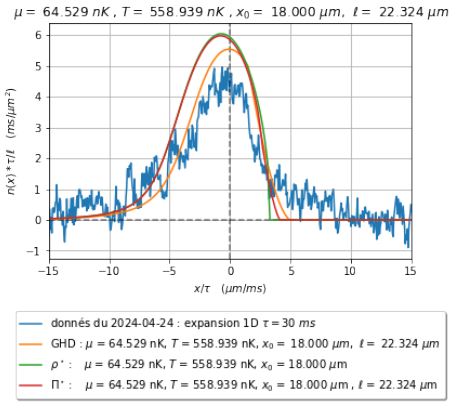
(a)



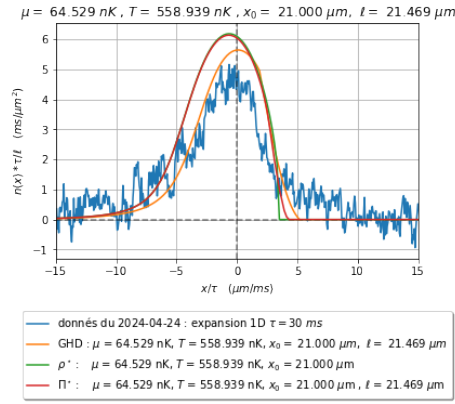
(b)



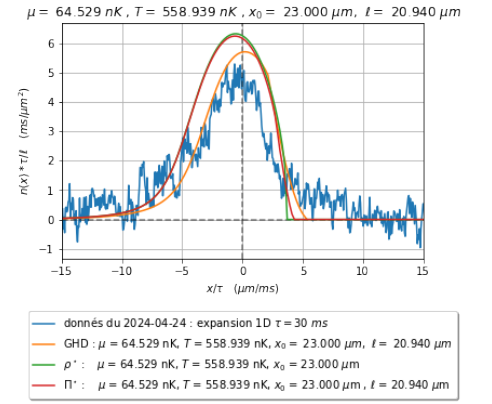
(c)



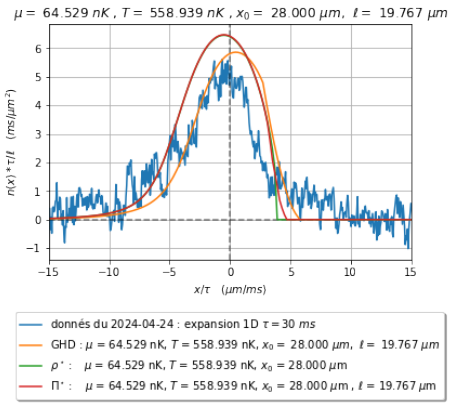
(d)



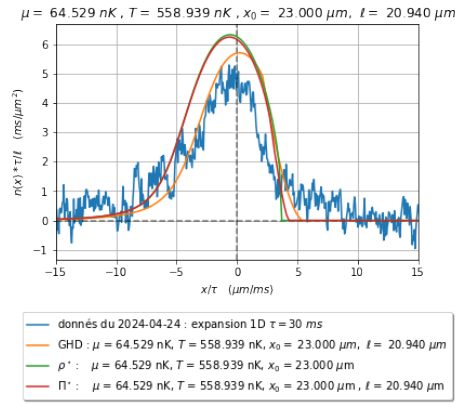
(e)



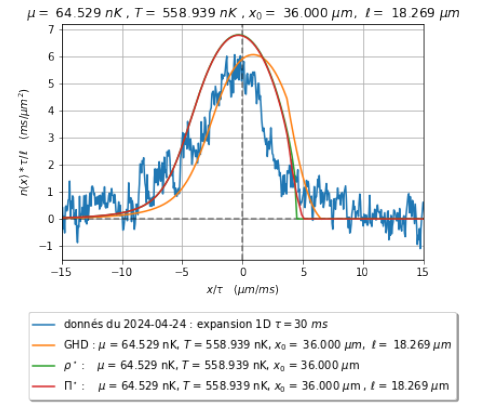
(f)



(g)



(h)

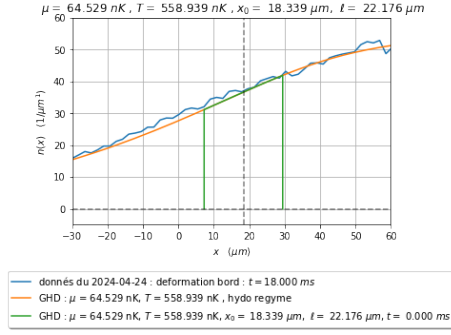


(i)

FIGURE 5

[Version 2]

Nous avons des données d'expansion unidimensionnel pour  $\tau = 1 \text{ ms}$  et  $\tau = 30 \text{ ms}$ . La tranche as une dynamique moyenne pendant  $1 \text{ ms}$  et les atomes hors de la tranche n'ont pas eu le temps de complètement sortir du piège donc on ne peut pas ni extraire directement le centre de la tranche  $x_0$ , ni la largeur de la tranche  $\ell$  sur nos donnée d'expansion à  $\tau = 1 \text{ ms}$ . Pour ce faire , on a supposer que pendant  $1 \text{ ms}$  le centre de la tranche n'a pas bouger et on a ajuste  $\ell$  pour que ne nombre d'atome mesuré dans la tranche soit la même que mesuré dans sur les données à un temps d'expansion  $\tau = 30 \text{ ms}$ . On trouve ainsi  $\ell = 22.2 \text{ } \mu\text{m}$  (voir Fig. ??)

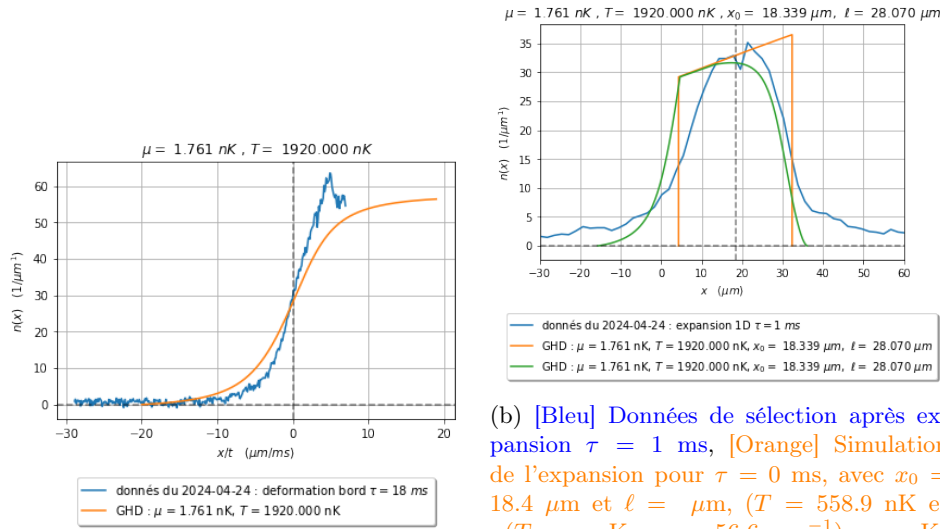


(a) [Bleu] Données de déformation du bord à  $t = 18$  ms, [Orange] Ajustement avec  $T = 558.939$  nK et  $\mu(T = 558.939 \text{ nK}, n_p = 56.6 \mu\text{m}^{-1}) = 64.529$  nK, [Vert] Simulation de l'expansion pour  $\tau = 0$  ms, avec  $x_0 = 18.339 \mu\text{m}$  et  $\ell = 22.176 \mu\text{m}$ , ( $T = 558.9$  nK et  $\mu(T = 558.9 \text{ nK}, n_p = 56.6 \mu\text{m}^{-1}) = 64.529$  nK).

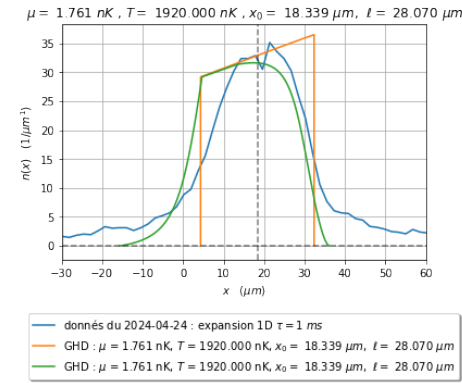
(b) [Orange] Ajustement avec  $T = 558.939$  nK et  $\mu(T = 558.939 \text{ nK}, n_p = 56.6 \mu\text{m}^{-1}) = 64.529$  nK, [Rouge] Ajustement avec  $T = \text{nK}$  et  $\mu(T = \text{nK}, n_p = 56.6 \mu\text{m}^{-1}) = \text{nK}$ , [Vert] Données de sélection après expansion  $\tau = 1$  ms, [Orange] Simulation de l'expansion pour  $\tau = 0$  ms, avec  $x_0 = 18.4 \mu\text{m}$  et  $\ell = \mu\text{m}$ , ( $T = 558.9$  nK et  $\mu(T = \text{nK}, n_p = 56.6 \mu\text{m}^{-1}) = \text{nK}$ ), [Violet] Simulation de l'expansion pour  $\tau = 0$  ms, avec  $x_0 = 18.4 \mu\text{m}$  et  $\ell = \mu\text{m}$ , ( $T = \text{nK}$  et  $\mu(T = \text{nK}, n_p = 56.6 \mu\text{m}^{-1}) = \text{nK}$ ) et [Marron] Simulation de l'expansion pour  $\tau = 1$  ms, avec  $x_0 = 18.4 \mu\text{m}$  et  $\ell = \mu\text{m}$ , ( $T = \text{nK}$  et  $\mu(T = \text{nK}, n_p = 56.6 \mu\text{m}^{-1}) = \text{nK}$ ).

(c) [Bleu] Données d'expansion  $\tau = 30$  ms, [Orange] Simulation de l'expansion  $\tau = 30$  ms avec  $n_p = 56.6 \mu\text{m}^{-1}$ ,  $T = \text{nK}$ ,  $\mu = \text{nK}$ ,  $x_0 = 18.4 \mu\text{m}$  et  $\ell = 22.2 \mu\text{m}$ , [Vert] Distribution de rapidité en  $x = x_0$  pour  $T = \text{nK}$ ,  $\mu = \text{nK}$  et [Rouge] Distribution de rapidité dans la tranche  $[x_0 - \ell/2, x_0 + \ell/2]$  pour  $T = \text{nK}$ ,  $\mu = \text{nK}$

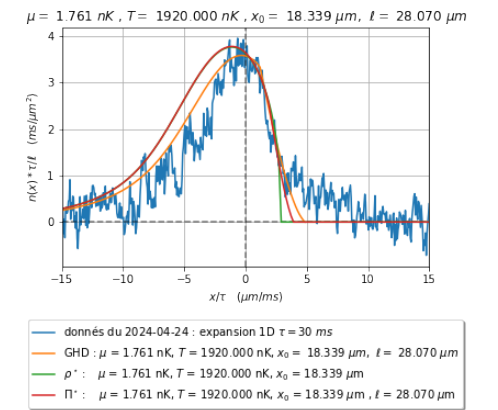
FIGURE 6



(a) [Bleu] Données de déformation du bord à  $t = 18$  ms, [Orange] Ajustement avec  $T = \text{nK}$  et  $\mu(T = \text{nK}, n_p = 56.6 \mu\text{m}^{-1}) = \text{nK}$ .



(b) [Bleu] Données de sélection après expansion  $\tau = 1$  ms, [Orange] Simulation de l'expansion pour  $\tau = 0$  ms, avec  $x_0 = 18.4 \mu\text{m}$  et  $\ell = \mu\text{m}$ , ( $T = 558.9$  nK et  $\mu(T = \text{nK}, n_p = 56.6 \mu\text{m}^{-1}) = \text{nK}$ ) et [Vert] Simulation de l'expansion pour  $\tau = 0$  ms, avec  $x_0 = 18.4 \mu\text{m}$  et  $\ell = \mu\text{m}$ , ( $T = \text{nK}$  et  $\mu(T = \text{nK}, n_p = 56.6 \mu\text{m}^{-1}) = \text{nK}$ )



(c) [Bleu] Données d'expansion  $\tau = 30$  ms, [Orange] Simulation de l'expansion  $\tau = 30$  ms avec  $n_p = 56.6 \mu\text{m}^{-1}$ ,  $T = \text{nK}$ ,  $\mu = \text{nK}$ ,  $x_0 = 18.4 \mu\text{m}$  et  $\ell = 22.2 \mu\text{m}$ , [Vert] Distribution de rapidité en  $x = x_0$  pour  $T = \text{nK}$ ,  $\mu = \text{nK}$  et [Rouge] Distribution de rapidité dans la tranche  $[x_0 - \ell/2, x_0 + \ell/2]$  pour  $T = \text{nK}$ ,  $\mu = \text{nK}$

FIGURE 7

FIGURE 8 – les profils du 24-04-2024 :

## 2 Les données

Date : 2024-04-24

Scan : 89-97-102-108

Paramètres : With1, DeadtimeDMD, With1\_bis, DeadtimeDMD\_bis

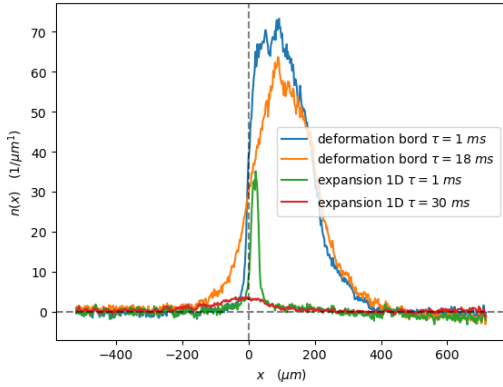


FIGURE 9 – Les profils du 24-04-2024

- a) "Deformation bord  $\tau = 1 \text{ ms}$ " (8) : Profil longitudinal des données  $1 \text{ ms}$  après la sélection en  $x = 0$ .
- b) "Deformation bord  $\tau = 18 \text{ ms}$ " (8) : Profil longitudinal des données après  $18 \text{ ms}$  de déformation du bord.
- c) "Expansion 1D  $\tau = 1 \text{ ms}$ " (8) : Profil longitudinal des données après  $1 \text{ ms}$  d'expansion.
- d) "Expansion 1D  $\tau = 30 \text{ ms}$ " (8) : Profil longitudinal des données après  $30 \text{ ms}$  d'expansion.

A) Système semi-infinie pour  $x \geq 0$  :

a) Système dans une potentiel quartique :

- fréquence transverse :  $\omega_{\perp} \stackrel{exp}{=} 2\pi * 2.56 \text{ KHz}$
- la densité spatiale :  $n_0 = n_p$  sur les données "deformation bord  $\tau = 1 \text{ ms}$ " (8), je mesure  $n_p \stackrel{exp}{=} 56.6 \mu\text{m}^{-1}$ .

b) Selection de  $x \geq 0$  :

- la densité spatiale théorique :  $n_0 = n_p \Theta(x)$
- garde le potentiel transverse

B) Déformation du bord :

- "deformation bord  $\tau = 1 \text{ ms}$ " (8) : le profile longitudinale des données apres  $1 \text{ ms}$  de déformation du bord
- "deformation bord  $\tau = 18 \text{ ms}$ " (8) : le profile longitudinale des données apres  $18 \text{ ms}$  de déformation du bord
- garde le potentiel transverse
- temps de déformation du bord  $\tau = 18 \text{ ms}$

C) Mesure locale de distribution de rapidité , Expansion 1D :

a) Local : selection de la tranche  $[x_0 - \ell/2, x_0 + \ell/2[$  :

- $x_0 = 19.6 \mu\text{m}$  (trouvé avec un ajustement gaussien sur "expansion 1D  $\tau = 1 \text{ ms}$ " (8) )
- $\ell = 24.78 \mu\text{m}$  (trouvé en faisant la différence des positions des extremums du gradient de s données "expansion 1D  $\tau = 1 \text{ ms}$ " (8) )

b) Expansion :

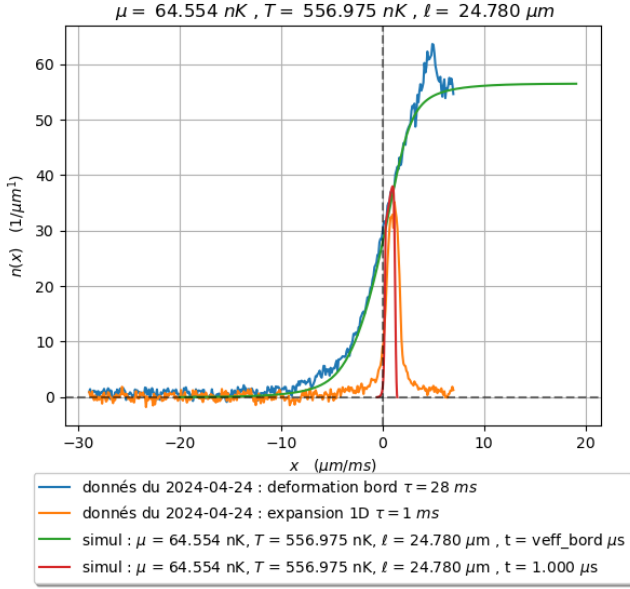
- "expansion 1D  $\tau = 1 \text{ ms}$ " : profile longitudinale des données apres  $1 \text{ ms}$  d'expansion.
- "expansion 1D  $\tau = 30 \text{ ms}$ " : profile longitudinale des données apres  $30 \text{ ms}$  d'expansion.
- temps de déformation du bord  $\tau = 18 \text{ ms}$
- garde le potentiel transverse



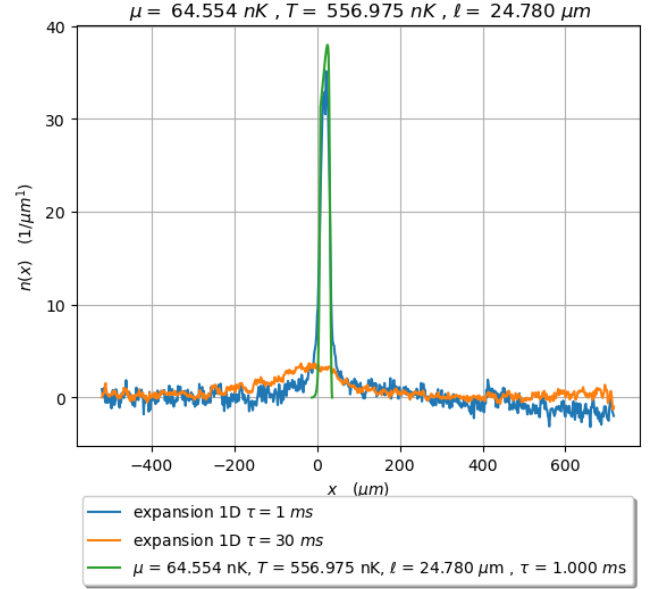


### 3 Simulation GHD

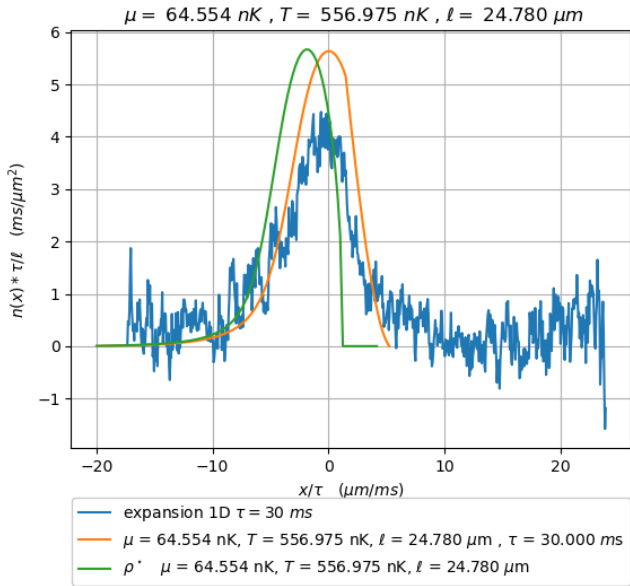
#### 3.1 Méthode 1 (Ajustement sur la déformation du bord ( $\mu(T, n_p = 56.6 \mu m^{-1}), T, x_0 = 19.6 \mu m, \ell = 24.78 \mu m$ ) :



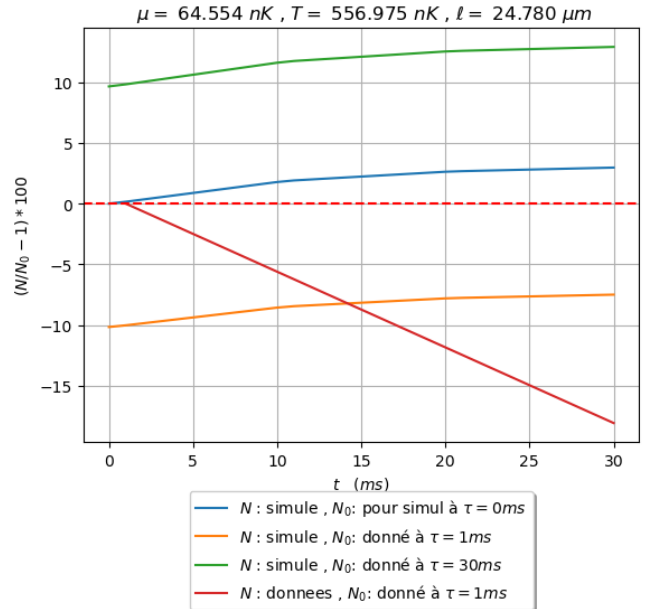
(a) [Bleu] Donnée de Déformation du bord  $t = 18$  ms, [Vert] Ajustement avec  $T = 556.975$  nK et  $\mu(T = 556.975$  nK,  $n_p = 56.6 \mu m^{-1}) = 64.554$  nK, [Orange] Donnée de Sélection après expansion  $\tau = 1$  ms et [Rouge] Simulation de l'expansion pour  $\tau = 1$  ms, avec  $x_0 = 19.6 \mu m$  et  $\ell = 24.78 \mu m$



(b) [Bleu] Donnée de Sélection après expansion  $\tau = 1$  ms, [Vert] Simulation de l'expansion pour  $\tau = 1$  ms, avec  $x_0 = 19.6 \mu m$  et  $\ell = 24.78 \mu m$  et ( $T = 556.975$  nK et  $\mu = 556.975$  nK,  $n_p = 56.6 \mu m^{-1}) = 64.554$  nK) et [Orange] Données de l'expansion pour  $\tau = 30$  ms



(c) [Bleu] Donnée expansion  $\tau = 30$  ms, [Orange] Simulation de expansion  $\tau = 30$  ms avec  $n_p = 56.6 \mu m^{-1}$ ,  $T = 556.975$  nK,  $\mu = 556.975$  nK,  $x_0 = 19.6 \mu m$ , et  $\ell = 24.78 \mu m$  et [Vert] Distribution de rapidité en  $x = 0$  pour  $T = 556.975$  nK,  $\mu = 556.975$  nK



(d) [Bleu] Déviation de du nombre d'atome simulé par rapport au nombre d'atome simulé à  $\tau = 0$  ms, [Orange] Déviation de du nombre d'atome simulé par rapport au nombre d'atome mesuré dans les donné à  $\tau = 1$  ms, [Vert] Déviation de du nombre d'atome simulé par rapport au nombre d'atome mesuré sur les donné à  $\tau = 30$  ms et [Rouge] Déviation de du nombre d'atome mesurer sur les donné à  $\tau = 30$  ms rapport au nombre d'atome mesuré sur les donné à  $\tau = 1$  ms

A) Ajustement sur la déformation du bord (10a) :

- a) On extrait la température  $T$  en faisant un ajustement sur le profil de bord
- b) Le potentiel chimique est une fonction de la température  $T$  et la densité  $n_p$  :  $\mu(T, n_p = 56.6 \mu m^{-1})$  tel que  $\int \rho_{[\nu_{\{T, \mu\}}]}(\theta) d\theta = n_p$ 
  - L'ajustement donne  $T = 556.975 \text{ nK}$  et  $\mu(T = 556.975 \text{ nK}, n_p = 56.6 \mu m^{-1}) = 64.554 \text{ nK}$

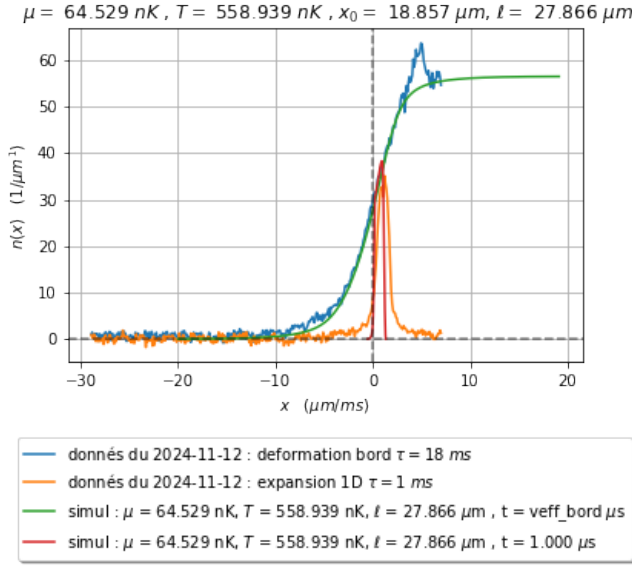
B) Selection  $[x_0 - \ell/2, x_0 + \ell/2[$

- $x_0 = 19.6 \mu m$  (trouvé avec un ajustement gaussien sur "expansion 1D  $\tau = 1 \text{ ms}$ " (8) ou (10a) ou (10b) )
- $\ell = 24.78 \mu m$  (trouvé en faisant la différence des positions des extremums du gradient des données "expansion 1D  $\tau = 1 \text{ ms}$ " (8) ou (10a) ou (10b) )

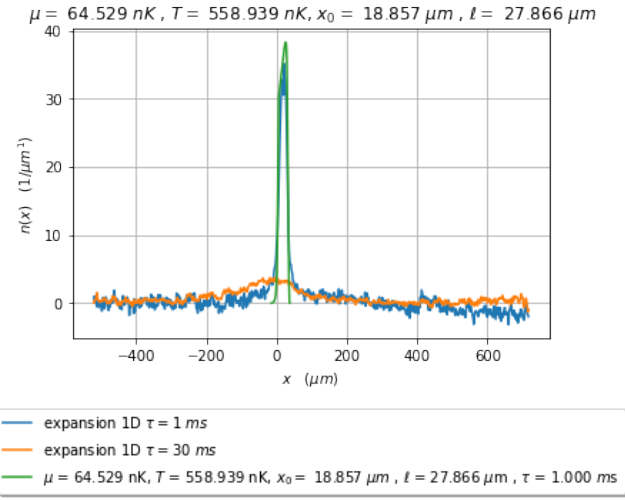
C) Expansion

- On considère que la tranche  $[x_0 - \ell/2, x_0 + \ell/2[$  n'est pas homogène
  - Après Simulation GHD on obtiens les profil orange de 10c
    - Les simulations GHD Conservent le nombre d'atomes à 3% près (blue de 10d)
    - Les simulations GHD de l'expansion commencent avec une erreur 10% en nombre d'atome par rapport au nombre d'atome mesuré les données d'expansion à  $\tau = 1 \text{ ms}$  (Premier point de la courbe orange de 10d)
    - Les simulations GHD de l'expansion se terminent avec une erreur 13% en nombre d'atome par rapport au nombre d'atome mesuré les données d'expansion  $\tau = 30 \text{ ms}$  (Dernier point de la courbe verte de 10d)
    - Les mesures sur les données du nombre d'atomes lors de l'expansion montrent une perte de 17% du nombre d'atomes (rouge 10d)

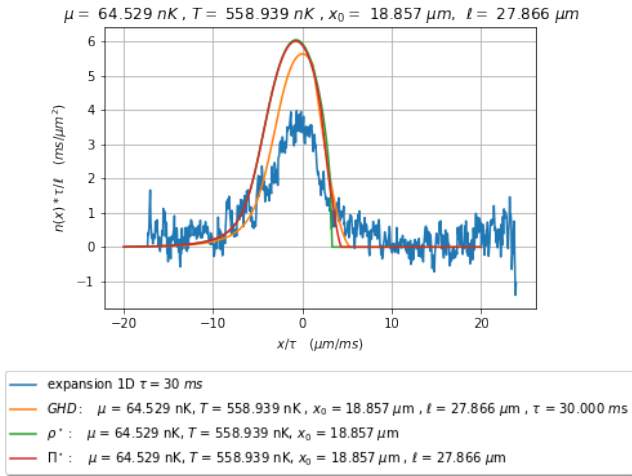
### 3.2 Méthode 1.1 (Ajustement sur la déformation du bord + ajustement $x_0$ et $\ell$ ( $\mu(T, n_p = 56.6 \mu m^{-1}), T, x_0 = 18.852 \mu m, \ell = 27.860 \mu m$ ) :



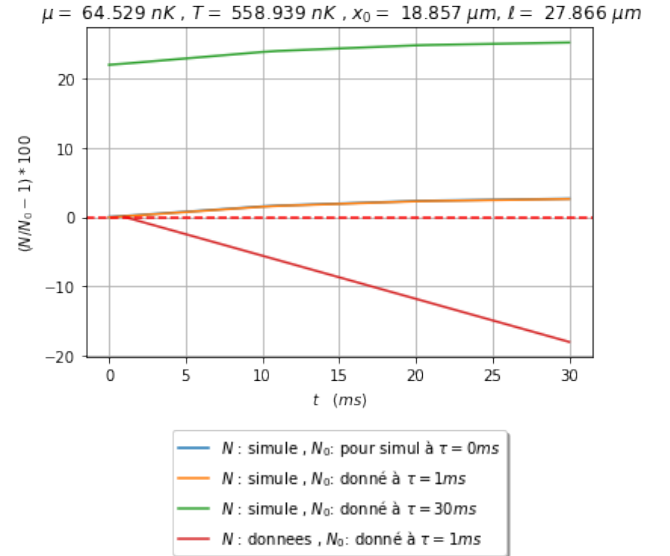
(a) [Bleu] Donnée de Déformation du bord  $t = 18 \text{ ms}$ , [Vert] Ajustement avec  $T = 558.939 \text{ nK}$  et  $\mu(T = 558.939 \text{ nK}, n_p = 56.6 \mu m^{-1}) = 64.529 \text{ nK}$ , [Orange] Donnée de Selection après expansion  $\tau = 1 \text{ ms}$  et [Rouge] Simulation de l'expansion pour  $\tau = 1 \text{ ms}$ , avec  $18.852 \mu m$  et  $\ell = 27.860 \mu m$



(b) [Bleu] Donnée de Selection après expansion  $\tau = 1 \text{ ms}$ , [Vert] Simulation de l'expansion pour  $\tau = 1 \text{ ms}$ , avec  $x_0 = 8.852 \mu m$  et  $\ell = 27.860 \mu m$  et ( $T = 558.939 \text{ nK}$  et  $\mu = 64.529 \text{ nK}, n_p = 56.6 \mu m^{-1}$ ) =  $64.554 \text{ nK}$ ) et [Orange] Données de l'expansion pour  $\tau = 30 \text{ ms}$



(c) [Bleu] Donnée expansion  $\tau = 30 \text{ ms}$ , [Orange] Simulation de expansion  $\tau = 30 \text{ ms}$  avec  $n_p = 56.6 \mu m^{-1}$ ,  $T = 558.939 \text{ nK}$ ,  $\mu = 64.529 \text{ nK}$ ,  $x_0 = 18.852 \mu m$ , et  $\ell = 27.860 \mu m$  et [Vert] Distribution de rapidité en  $x = x_0$  pour  $T = 558.939 \text{ nK}$ ,  $\mu = 64.529 \text{ nK}$  et [Rouge] Distribution de rapidité en  $x = x_0$  avec  $\ell = 27.860 \mu m$ , pour  $T = 558.939 \text{ nK}$ ,  $\mu = 64.529 \text{ nK}$



(d) [Bleu] Déviation de du nombre d'atome simulé par rapport au nombre d'atome simulé à  $\tau = 0 \text{ ms}$ , [Orange] Déviation de du nombre d'atome simulé par rapport au nombre d'atome mesuré dans les donné à  $\tau = 1 \text{ ms}$ , [Vert] Déviation de du nombre d'atome simulé par rapport au nombre d'atome mesuré sur les donné à  $\tau = 30 \text{ ms}$  et [Rouge] Déviation de du nombre d'atome mesurer sur les donné à  $\tau = 1 \text{ ms}$

A) Ajustement sur la déformation du bord (10a) ou (11a) :

o (idem)

- L'ajustement donne  $T = 558.939 \text{ nK}$  et  $\mu(T = 558.939 \text{ nK}, n_p = 56.6 \text{ } \mu\text{m}^{-1}) = 64.554 \text{ nK}$

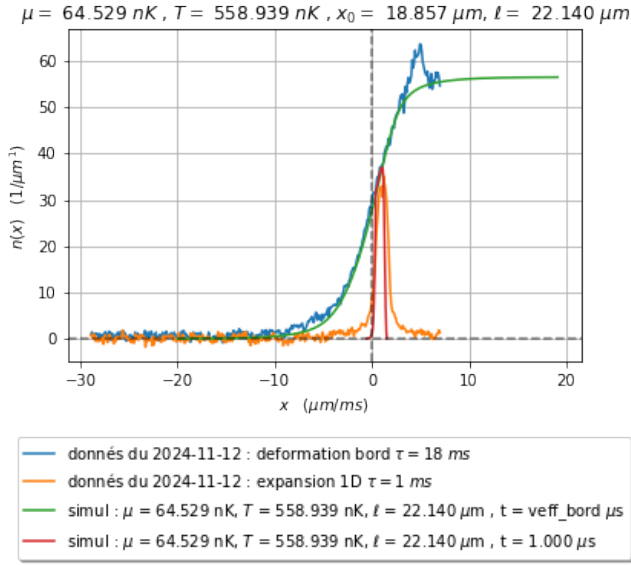
## B) Selection $[x_0 - \ell/2, x_0 + \ell/2[$

- $x_0 = 18.852 \text{ } \mu\text{m}$  (trouvé avec un ajustement gaussien sur "expansion 1D  $\tau = 1 \text{ ms}$ " (8) ou (11a) ou (11b) )
- $\ell = 27.860 \text{ } \mu\text{m}$  (en ajustant pour que les simulation  $\tau = 0$  donne le mement nombre d'atome que pour les donné à  $\tau = 1 \text{ ms}$  "expansion 1D  $\tau = 1 \text{ ms}$ " (8) ou (11a) ou (11b) )

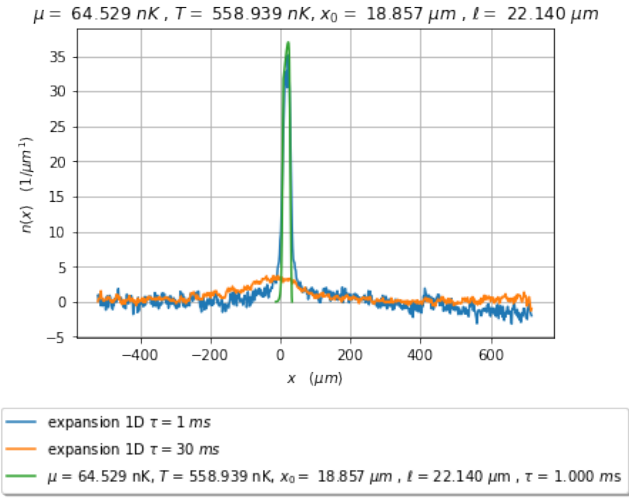
## C) Expansion

- On considère que la tranche  $[x_0 - \ell/2, x_0 + \ell/2[$  n'est pas homogène
- Après Simulation GHD on obtiens les profil orange de 11c
  - Les simulations GHD Conservent le nombre d'atoms à 3% près (blue de 11d)
  - x Les simulations GHD de l'expansion commencent avec une erreur 0% en nombre d'atome par rapport au nombre d'atome mesuré les données d'expansion à  $\tau = 1 \text{ ms}$  (Premier point de la courbe orange de 11d)
  - x Les simulations GHD de l'expansion se terminent avec une erreur 23% en nombre d'atome par rapport au nombre d'atome mesuré les données d'expansion  $\tau = 30 \text{ ms}$  (Dernier point de la courbe verte de 11d)
  - Les mesures sur les données du nombre d'atomes lors de l'expansion montrent une perte de 17% du nombre d'atomes (rouge 11d)

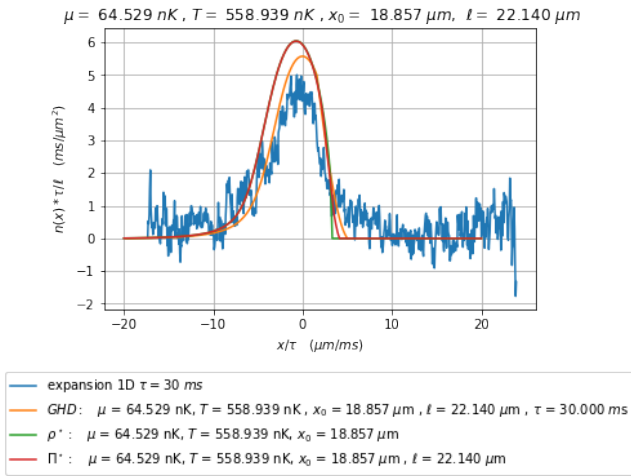
### 3.3 Méthode 1.2 (Ajustement sur la déformation du bord + ajustement $x_0$ et $\ell$ ( $\mu(T, n_p = 56.6 \mu m^{-1}), T, x_0 = 18.852 \mu m, \ell = 22.14 \mu m$ ) :



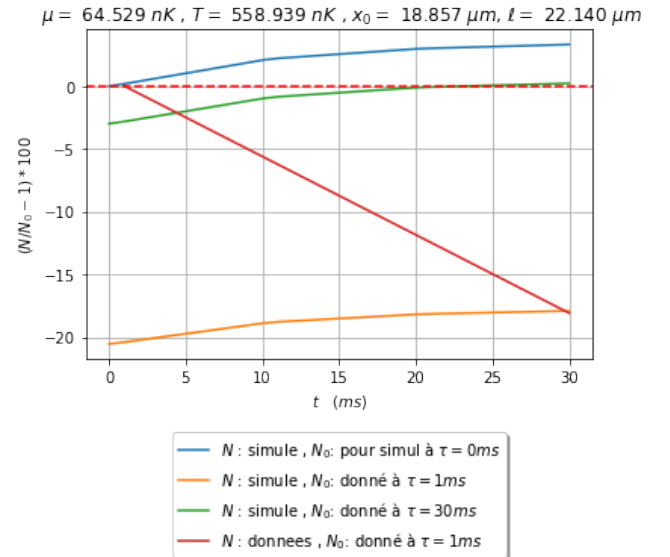
(a) [Bleu] Donnée de Déformation du bord  $t = 18 \text{ ms}$ , [Vert] Ajustement avec  $T = 558.939 \text{ nK}$  et  $\mu(T = 558.939 \text{ nK}, n_p = 56.6 \mu m^{-1}) = 64.529 \text{ nK}$ , [Orange] Donnée de Selection après expansion  $\tau = 1 \text{ ms}$  et [Rouge] Simulation de l'expansion pour  $\tau = 1 \text{ ms}$ , avec  $18.852 \mu m$  et  $\ell = 22.14 \mu m$



(b) [Bleu] Donnée de Selection après expansion  $\tau = 1 \text{ ms}$ , [Vert] Simulation de l'expansion pour  $\tau = 1 \text{ ms}$ , avec  $x_0 = 8.852 \mu m$  et  $\ell = 22.14 \mu m$  et ( $T = 558.939 \text{ nK}$  et  $\mu = 64.529 \text{ nK}, n_p = 56.6 \mu m^{-1}$ ) =  $64.554 \text{ nK}$ ) et [Orange] Données de l'expansion pour  $\tau = 30 \text{ ms}$



(c) [Bleu] Donnée expansion  $\tau = 30 \text{ ms}$ , [Orange] Simulation de expansion  $\tau = 30 \text{ ms}$  avec  $n_p = 56.6 \mu m^{-1}$ ,  $T = 558.939 \text{ nK}$ ,  $\mu = 64.529 \text{ nK}$ ,  $x_0 = 18.852 \mu m$ , et  $\ell = 27.860 \mu m$  et [Vert] Distribution de rapidité en  $x = x_0$  pour  $T = 558.939 \text{ nK}$ ,  $\mu = 64.529 \text{ nK}$  et [Rouge] Distribution de rapidité en  $x = x_0$  avec  $\ell = 22.14 \mu m$ , pour  $T = 558.939 \text{ nK}$ ,  $\mu = 64.529 \text{ nK}$



(d) [Bleu] Déviation de du nombre d'atome simulé par rapport au nombre d'atome simulé à  $\tau = 0 \text{ ms}$ , [Orange] Déviation de du nombre d'atome simulé par rapport au nombre d'atome mesuré dans les donné à  $\tau = 1 \text{ ms}$ , [Vert] Déviation de du nombre d'atome simulé par rapport au nombre d'atome mesuré sur les donné à  $\tau = 30 \text{ ms}$  et [Rouge] Déviation de du nombre d'atome mesurer sur les donné à  $\tau = 30 \text{ ms}$  rapport au nombre d'atome mesurer sur les donné à  $\tau = 1 \text{ ms}$

A) Ajustement sur la déformation du bord (10a) ou (12a) :

○ (idem)

◦ L'ajustement donne  $T = 558.939 \text{ nK}$  et  $\mu(T = 558.939 \text{ nK}, n_p = 56.6 \text{ } \mu\text{m}^{-1}) = 64.554 \text{ nK}$

B) Selection  $[x_0 - \ell/2, x_0 + \ell/2[$

—  $x_0 = 18.852 \text{ } \mu\text{m}$  (trouvé avec un ajustement gaussien sur "expansion 1D  $\tau = 1 \text{ ms}$ " (8) ou (12a) ou (12b) )

x  $x_0 = 22.14 \text{ } \mu\text{m}$  (en ajustant pour que les simulation  $\tau = 0$  donne le mement nombre d'atome que pour les donné à  $\tau = 30 \text{ ms}$  "expansion 1D  $\tau = 1 \text{ ms}$ " (8) ou (12a) ou (12c) )

C) Expansion

- On considère que la tranche  $[x_0 - \ell/2, x_0 + \ell/2[$  n'est pas homogène

- Après Simulation GHD on obtiens les profil orange de 12c

— Les simulations GHD Conservent le nombre d'atoms à 3% près (blue de 12d)

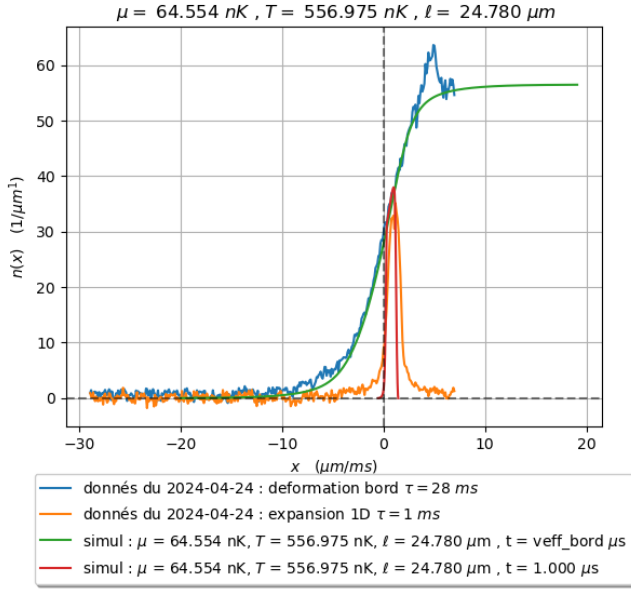
x Les simulations GHD de l'expansion commencent avec une erreur 0% en nombre d'atome par rapport au nombre d'atome mesuré les données d'expansion à  $\tau = 1 \text{ ms}$  (Premier point de la courbe orange de 12d)

x Les simulations GHD de l'expansion se terminent avec une erreur 13% en nombre d'atome par rapport au nombre d'atome mesuré les données d'expansion  $\tau = 30 \text{ ms}$  (Dernier point de la courbe verte de 12d)

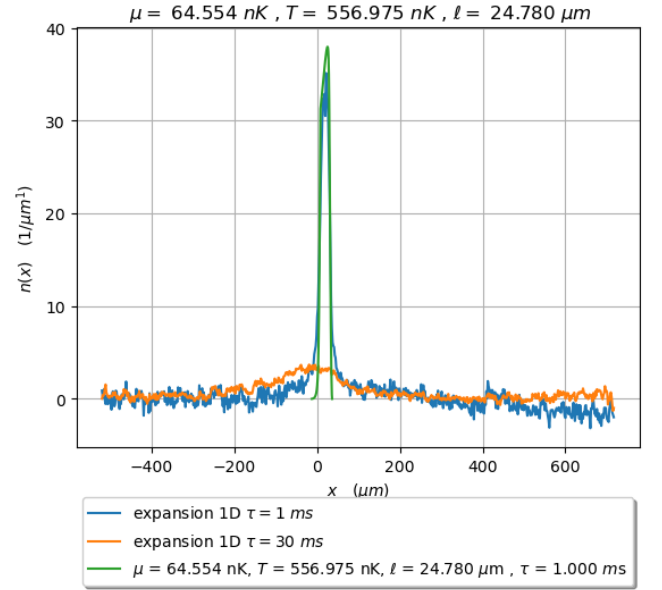
— Les mesures sur les données du nombre d'atomes lors de l'expansion montrent une perte de 17% du nombre d'atomes (rouge 12d)



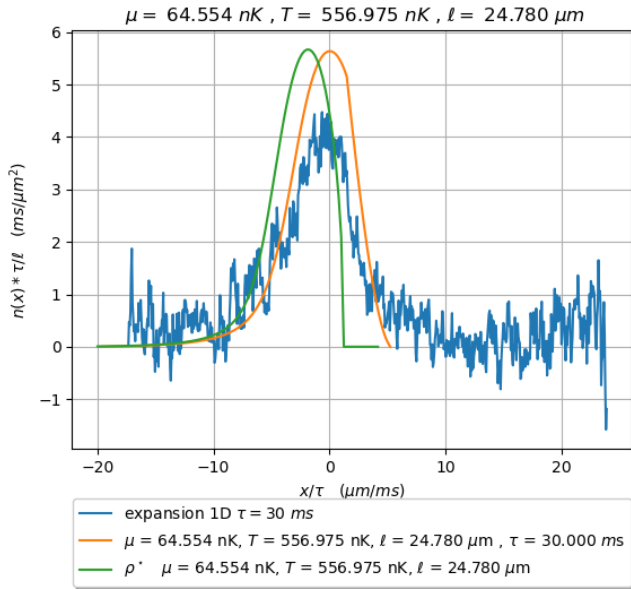
### 3.4 Méthode 2 (Ajustement sur l'expansion ( $\mu(T, n_p = 56.6 \mu m^{-1}), T, x_0 = 19.6 \mu m, \ell = 24.78 \mu m$ ) :



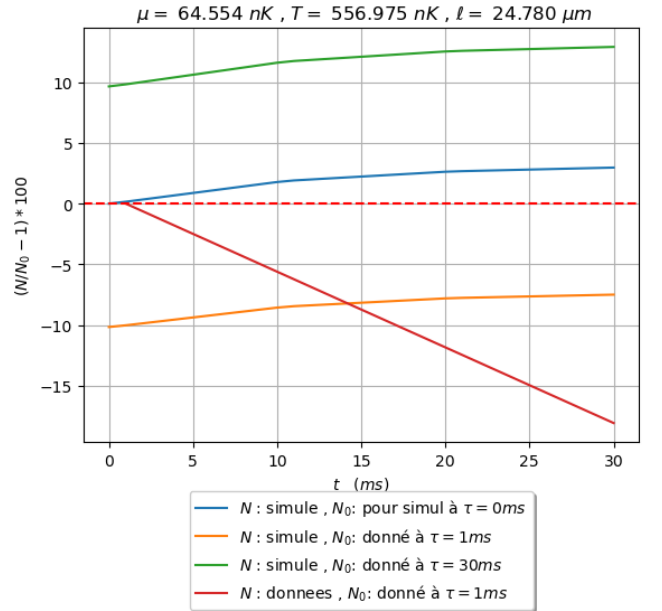
(a) [Bleu] Donnée de Déformation du bord  $t = 18$  ms, [Vert] Ajustement avec  $T = 556.975$  nK et  $\mu(T = 556.975$  nK,  $n_p = 56.6 \mu m^{-1}) = 64.554$  nK, [Orange] Donnée de Sélection après expansion  $\tau = 1$  ms et [Rouge] Simulation de l'expansion pour  $\tau = 1$  ms, avec  $x_0 = 19.6 \mu m$  et  $\ell = 24.78 \mu m$



(b) [Bleu] Donnée de Sélection après expansion  $\tau = 1$  ms, [Vert] Simulation de l'expansion pour  $\tau = 1$  ms, avec  $x_0 = 19.6 \mu m$  et  $\ell = 24.78 \mu m$  et ( $T = 556.975$  nK et  $\mu = 556.975$  nK,  $n_p = 56.6 \mu m^{-1}) = 64.554$  nK) et [Orange] Données de l'expansion pour  $\tau = 30$  ms



(c) [Bleu] Donnée expansion  $\tau = 30$  ms, [Orange] Simulation de expansion  $\tau = 30$  ms avec  $n_p = 56.6 \mu m^{-1}$ ,  $T = 556.975$  nK,  $\mu = 556.975$  nK,  $x_0 = 19.6 \mu m$ , et  $\ell = 24.78 \mu m$  et [Vert] Distribution de rapidité en  $x = 0$  pour  $T = 556.975$  nK,  $\mu = 556.975$  nK



(d) [Bleu] Déviation de du nombre d'atome simulé par rapport au nombre d'atome simulé à  $\tau = 0$  ms, [Orange] Déviation de du nombre d'atome simulé par rapport au nombre d'atome mesuré dans les donné à  $\tau = 1$  ms, [Vert] Déviation de du nombre d'atome simulé par rapport au nombre d'atome mesuré sur les donné à  $\tau = 30$  ms et [Rouge] Déviation de du nombre d'atome mesurer sur les donné à  $\tau = 30$  ms rapport au nombre d'atome mesuré sur les donné à  $\tau = 1$  ms

FIGURE 13  
16



- A) Selection  $[x_0 - \ell/2, x_0 + \ell/2[$  (Idem)
- $x_0 = 19.6 \mu m$  (trouvé avec un ajustement gaussien sur "expansion 1D  $\tau = 1 ms$ " (8) ou (13a) ou (13b) )
  - $\ell = 24.78 \mu m$  (trouvé en faisant la différence des positions des extremums du gradient des données "expansion 1D  $\tau = 1 ms$ " (8) ou (13a) ou (13b) )
- B) Deformation + Expansion , Ajustement sur les données Expansion  $\tau = 30 ms$
- a) On extrait la temperature  $T$  en faisant un ajustement sur le profil de bord
  - b) Le potentiel chimique est une fonction de la temperature  $T$  et la densité  $n_p : \mu(T, n_p = 56.6 \mu m^{-1})$  tel que  $\int \rho_{[\nu_{\{T, \mu\}}]}(\theta) d\theta = n_p$
  - L'ajustement donne  $T = 556.975 nK$  et  $\mu(T = 556.975 nK, n_p = 56.6 \mu m^{-1}) = 64.554 nK$
  - On considère que la tranche  $[x_0 - \ell/2, x_0 + \ell/2[$  n'est pas homogène
  - Après Simulation GHD on obtiens les profil orange de 13c
    - Les simulations GHD Conservent le nombre d'atoms à 3% près (blue de 13d)
    - Les simulations GHD de l'expansion commencent avec une erreur 10% en nombre d'atome par rapport au nombre d'atome mesuré les données d'expansion à  $\tau = 1 ms$  (Premier point de la courbe orange de 13d)
    - x Les simulations GHD de l'expansion se terminent avec une erreur 23% en nombre d'atome par rapport au nombre d'atome mesuré les données d'expansion  $\tau = 30 ms$  (Dernier point de la courbe verte de 13d)
    - Les mesures sur les données du nombre d'atomes lors de l'expansion montrent une perte de 17% du nombre d'atomes (rouge 13d)