

1 Essancielle

For an initial state whose occupation factor distribution smoothly goes to zero, such as a thermal state, the occupation factor distribution within the border, is expected to be highly asymmetric according to Eq.(??) : its left side shows a discontinuity similar to that of ground states while its right side shows the smooth behavior of the initial state. This implies in turn a highly asymmetric rapidity local rapidity distribution. To reveal such a peculiar behavior, we use the protocol described in ? as detailed below.

First we let the border expand for a time $t = 28$ 18⁻ms. To probe the rapidity distribution around $x = x_0$, we then select the slice of the gas that lies in the interval $[x_0 - \ell/2, x_0 + \ell/2]$. Finally, we let this slice expand in 1D for an expansion time τ after which we measure the longitudinal density $\tilde{n}(x, \tau)$. The latter reflects the rapidity distribution of the slice $\Pi(\theta)$, the asymptotic behavior being $\lim_{\tau \rightarrow \infty} (\tau \tilde{n}(x, \tau)) = \Pi(x/\tau)$. The asymmetry of Π thus induces an asymmetry of $\tilde{n}(x, \tau)$ in x . Such an asymmetry is seen in the experimental profile obtained for $\tau = 50$ (30) ms shown in Fig. (5a).

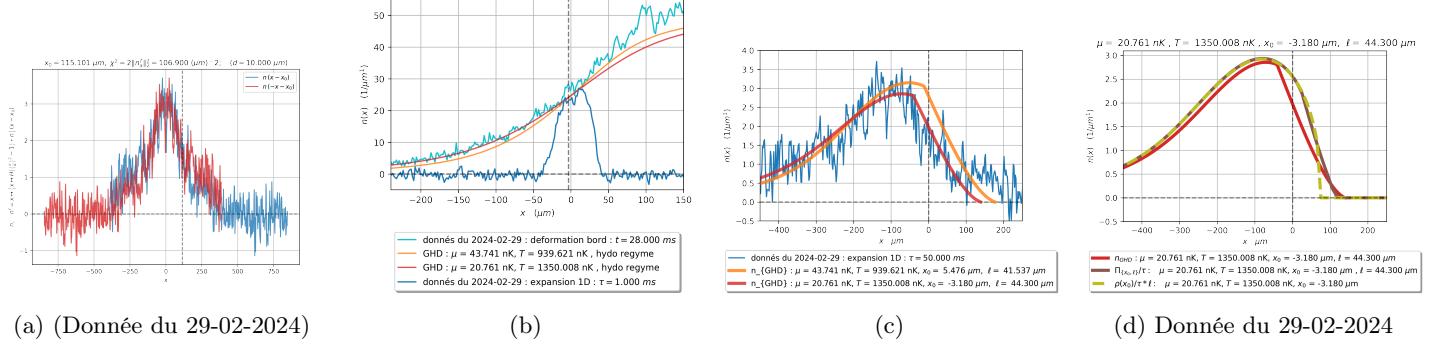


FIGURE 1 – Donnée du 29-02-2024

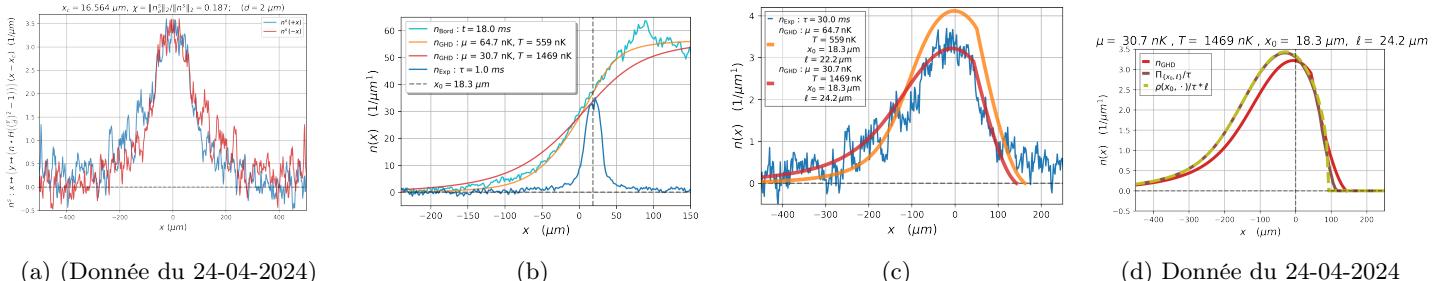


FIGURE 2 – Donnée du 24-04-2024

We start by fitting the edge deformation profile using GHD simulations n_{GHD} , with the temperature T as an adjustable parameter. The chemical potential μ is parameterized as a function of the temperature and the initial spatial density of the cloud, denoted n_p . μ is determined using a Yang-Yang thermal model to match the initial spatial density n_p , measured at 47 (56.6) μm^{-1} . The optimal fit for the edge deformation is obtained with a temperature $T = 966$ (559) nK and a chemical potential $\mu = 43$ (65) nK (see orange curve in Fig. 14). Over the interval $[-220, 70]$ ($[-150, 100]$) μm , $\chi^2 = \|(n - n_{\text{GHD}})\|_\infty^2 = (?) \mu\text{m}^{-2}$.

To determine x_0 , we fit the expansion data at $\tau = 1$ ms with a model of a rectangular function convolved with a Gaussian, where x_0 is the center of the function. We obtain $x_0 = 5.5$ (18.4) μm . Next, we multiply the edge profile by a rectangular function centered at x_0 with a diameter ℓ . We adjust ℓ to match the number of atoms in the slice to the one measured in the data at $\tau = 50$ (30) ms. This gives $\ell = 41.5$ (22.2) μm .

After the expansion, we observe an asymmetry in the data, with one side being steeper. This asymmetry is also visible in the GHD simulations \tilde{n}_{GHD} , but differences are noticeable between the data and the GHD simulations, particularly on the non-thermal right-hand side. Over the interval $[-222, 70]$ ($[-150, 100]$) μm , $\chi^2 = \|\tilde{n} - \tilde{n}_{\text{GHD}}\|_\infty^2 = (?)$ (see orange curve in Fig. 5c). We consider increasing T and decreasing x_0 .

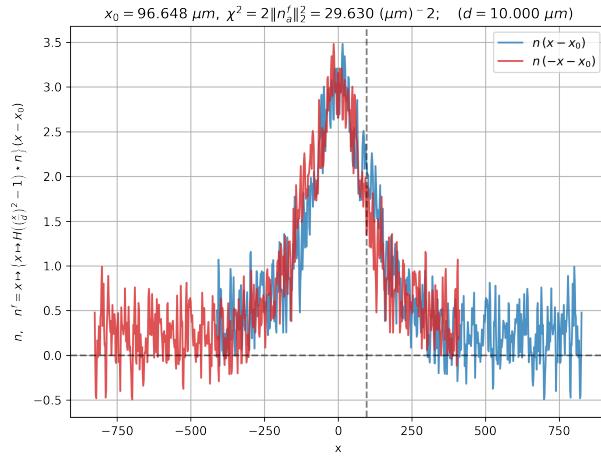
We therefore performed a fit of the GHD simulations to the data after expansion. The fit was conducted with T and x_0 as adjustable parameters, while μ and ℓ retained the same constraints as previously described. The parameters obtained after this

fit are $T = 1350$ (1000) nK and $x_0 = -3.18$ (17.8) μm (see red curve in Fig. 5c). Over the interval $[-222, 70]$ ($[-150, 100]$) μm , $\chi^2 = \|(\tilde{n} - \tilde{n}_{\text{GHD}})\|_\infty^2 = ?(?) \mu\text{m}^{-2}$.

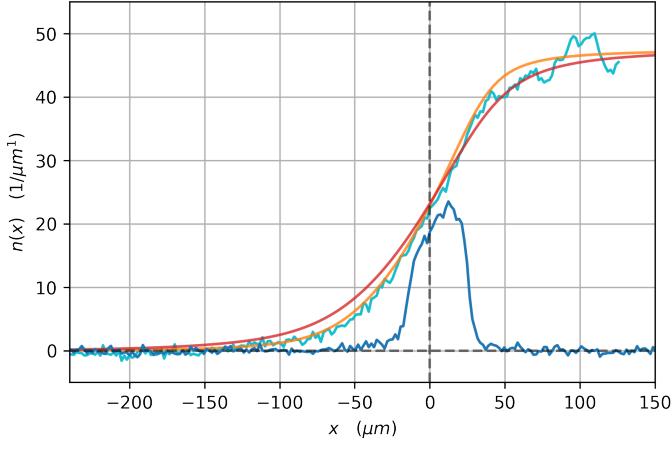
However, with these new parameters, the GHD simulations show less agreement with the edge deformation profiles. Over the interval $[-220, 70]$ ($[-150, 100]$) μm , $\chi^2 = \|(n - n_{\text{GHD}})\|_\infty^2 = ?(?) \mu\text{m}^{-2}$ (see red curve in Fig. 14). [And even the \$x_0\$???.](#)

Outside the interval $[-222, 70]$ ($[-150, 100]$) μm , we observe noise that is not explained by the GHD simulations.

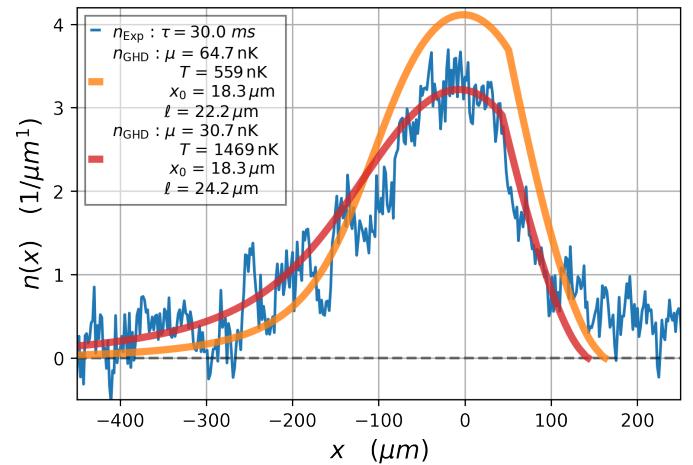
The GHD simulations, already performed for a finite expansion time $\tau = 50$ (30) ms, are quite close to the predictions for $\tau^* \rightarrow \infty$, with $\ell \rightarrow 0$ being negligible, and the distribution $\rho_{x_0}/\tau * \ell$. The notable difference is a non-thermal vertical edge for $\rho_{x_0}/\tau * \ell$. For $\ell \Pi_{x_0, \ell}/\tau$, as ℓ becomes non-negligible, the difference diminishes.



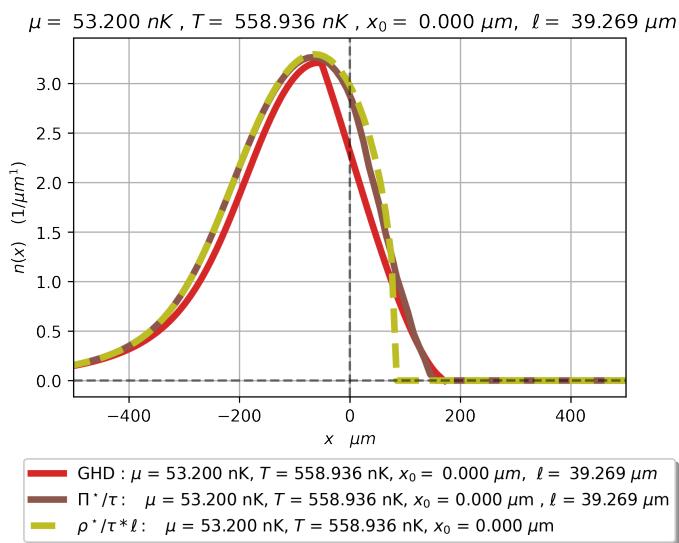
(a)



(b)

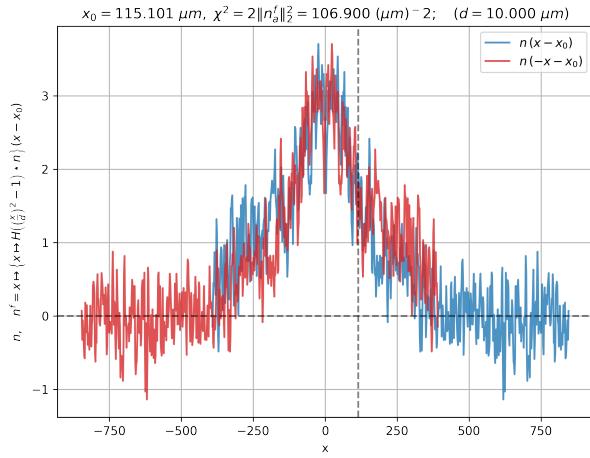


(c)

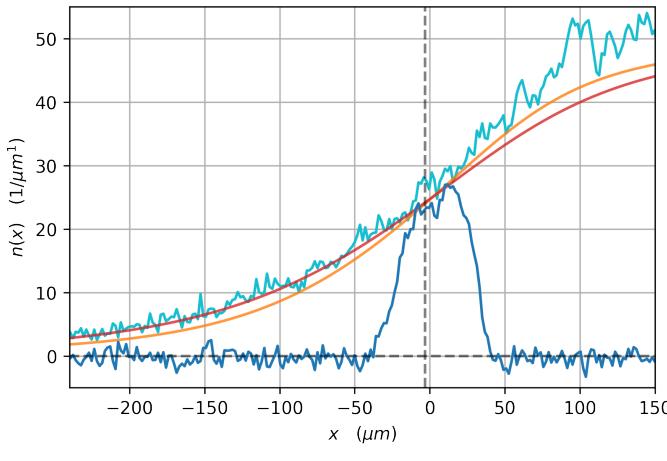


(d)

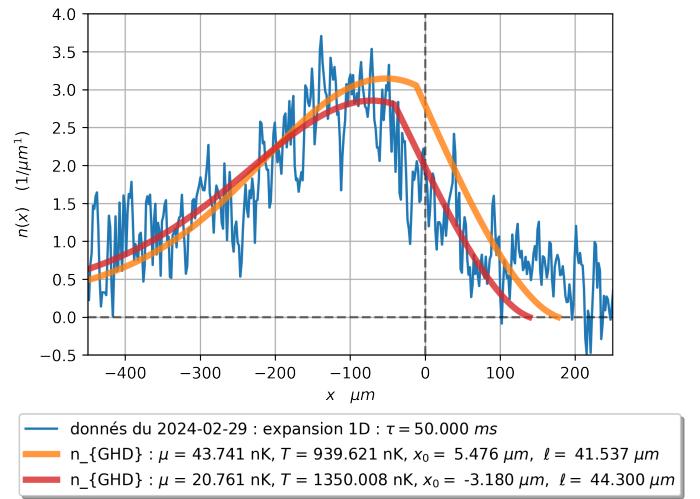
FIGURE 3 – Donnée du 09-02-2024



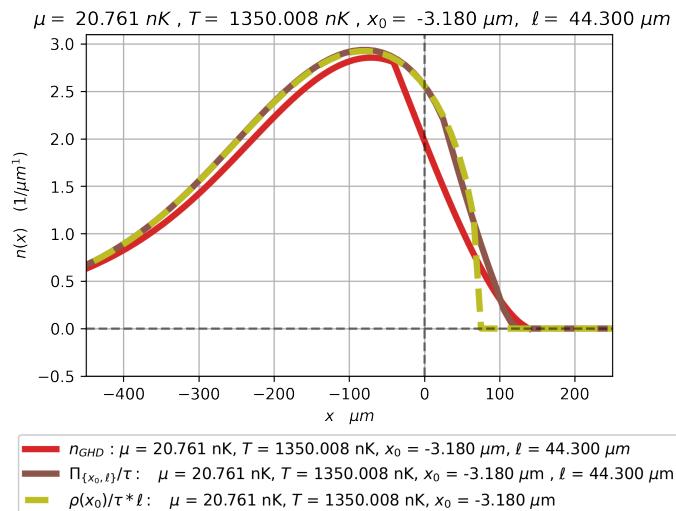
(a)



(b)

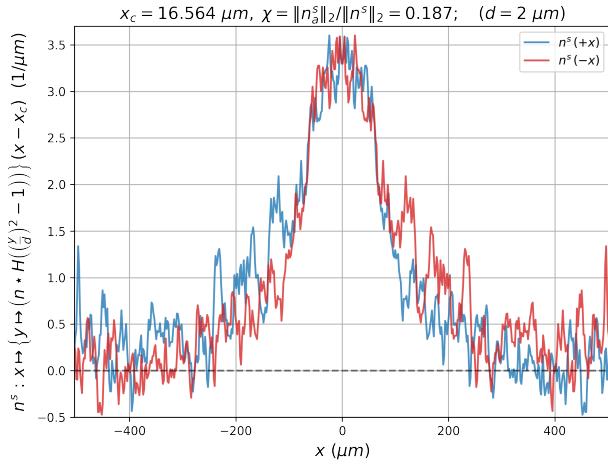


(c)

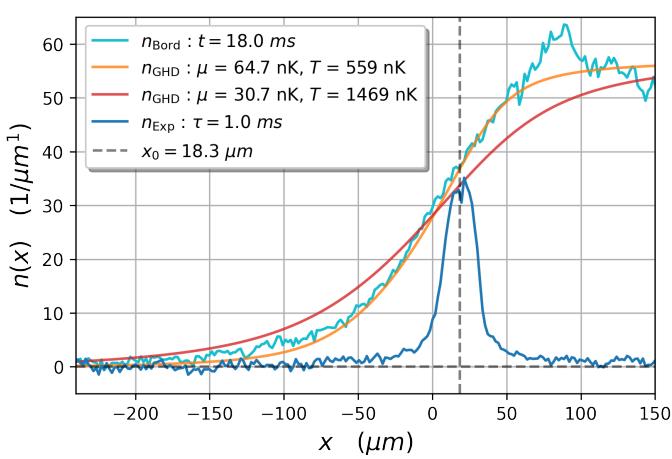


(d)

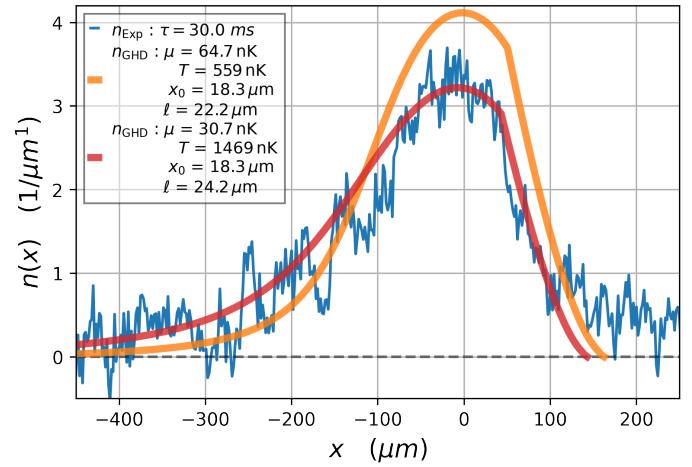
4
FIGURE 4 – Donnée du 29-02-2024



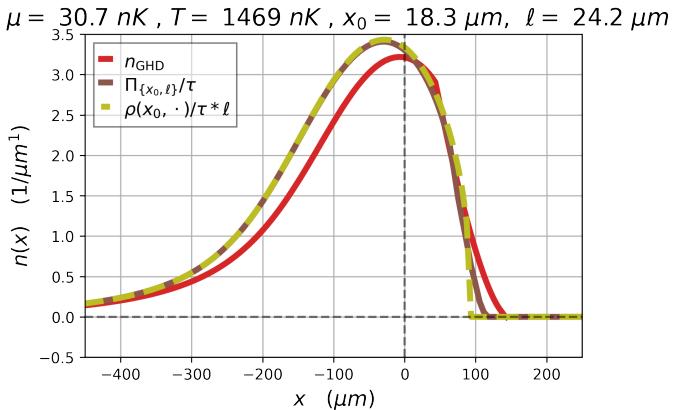
(a)



(b)



(c)



(d)

FIGURE 5 – Donnée du 24-04-2024

2 Essancielle

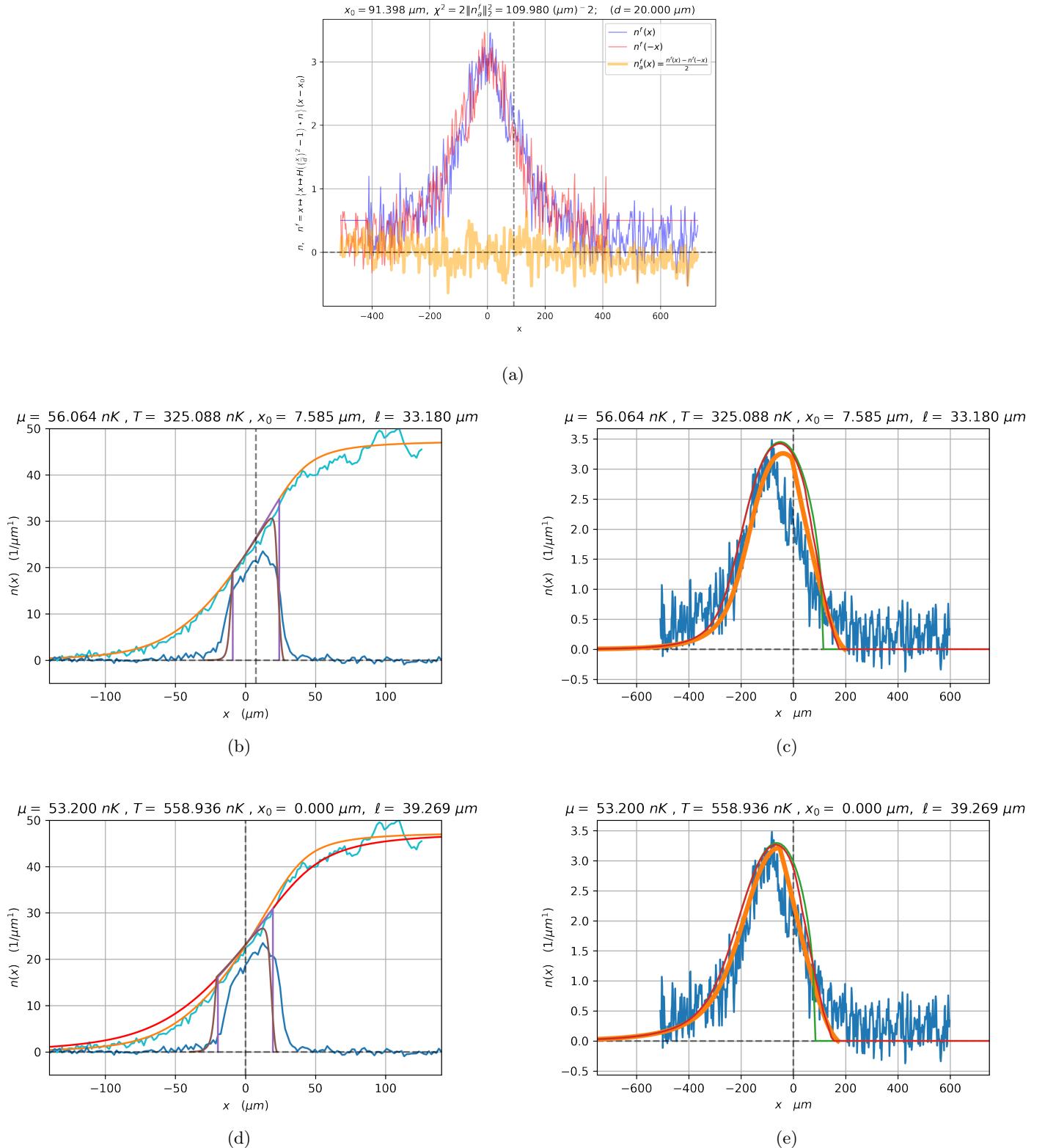
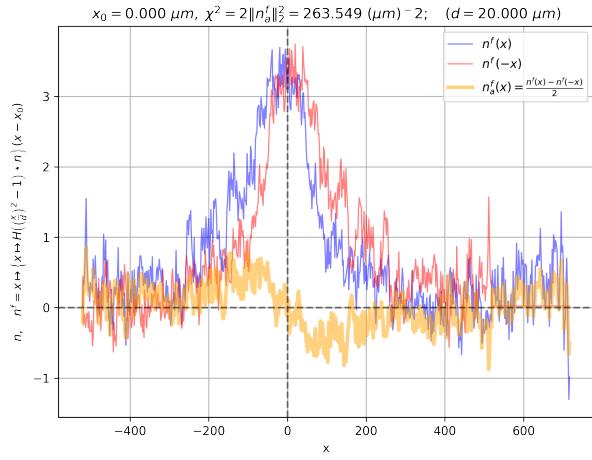
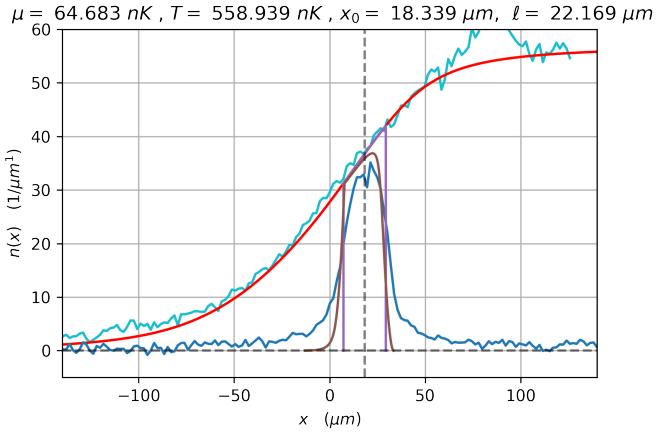


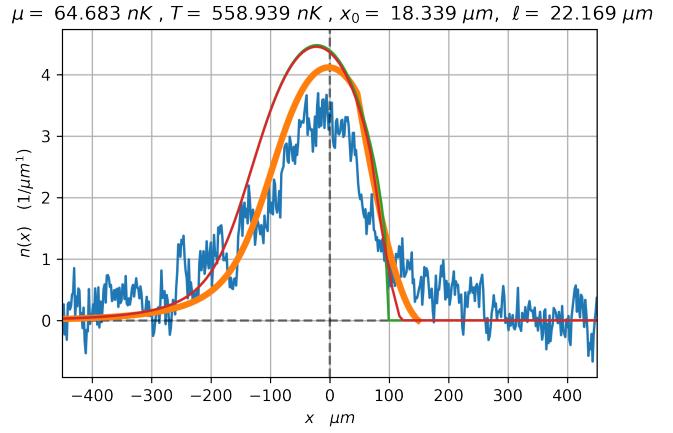
FIGURE 6 – Donnée du 09-02-2024



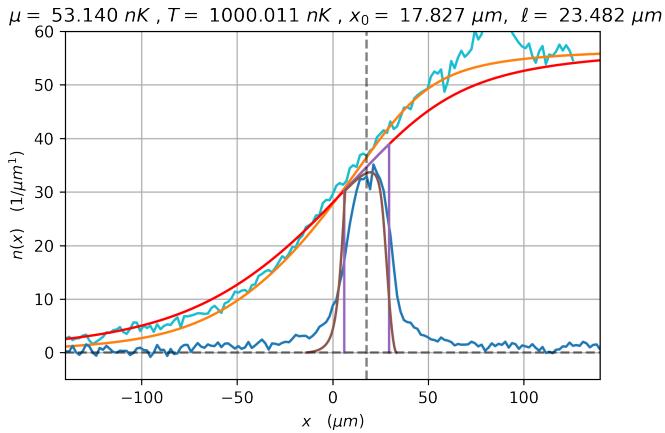
(a)



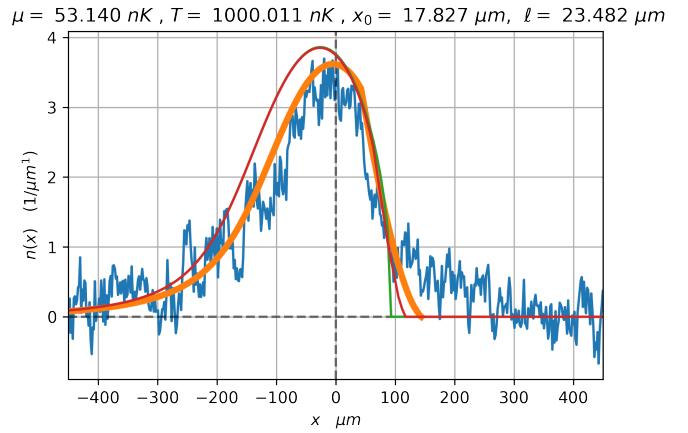
(b)



(c)

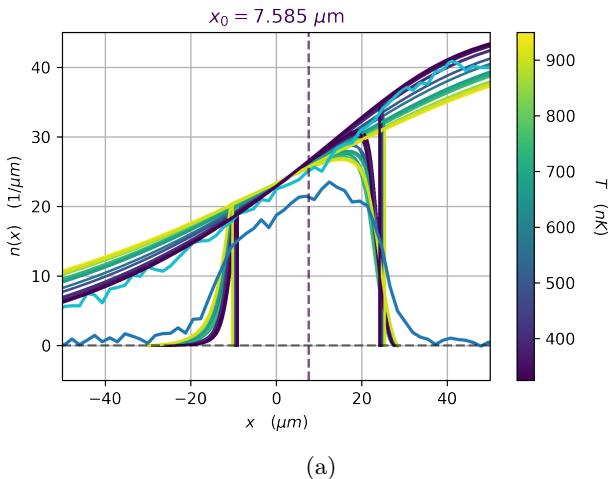


(d)

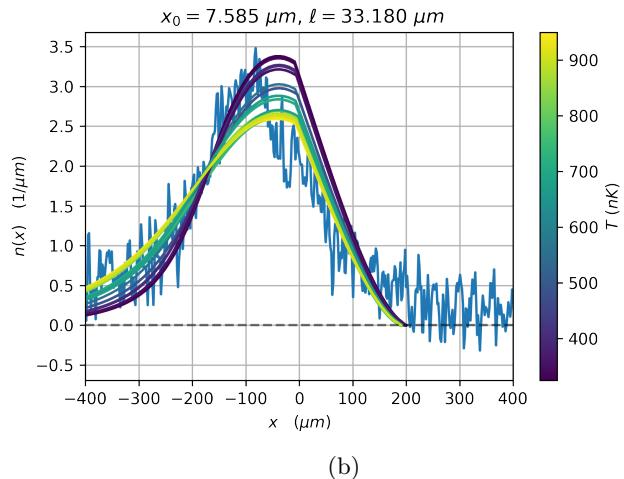


(e)

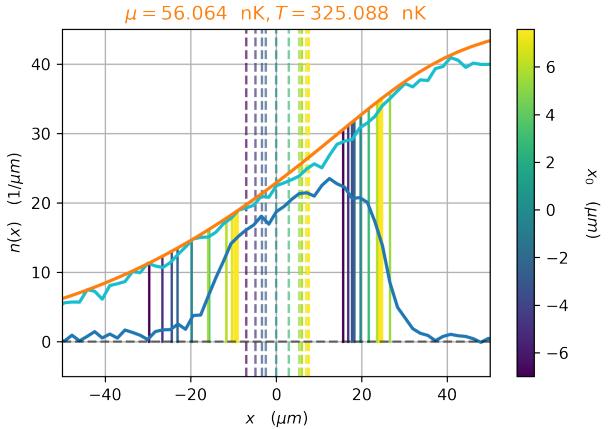
FIGURE 7 – Donnée du 24-04-2024



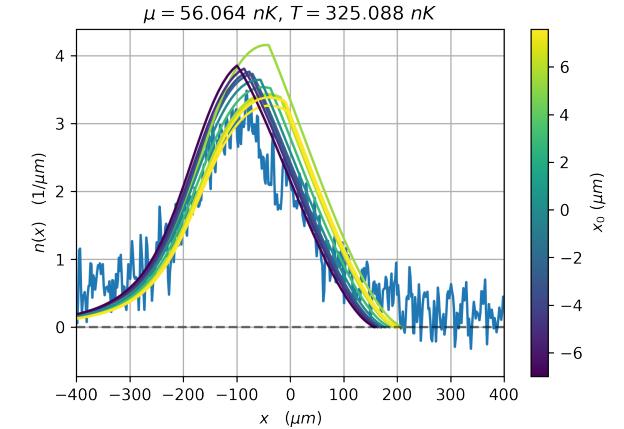
(a)



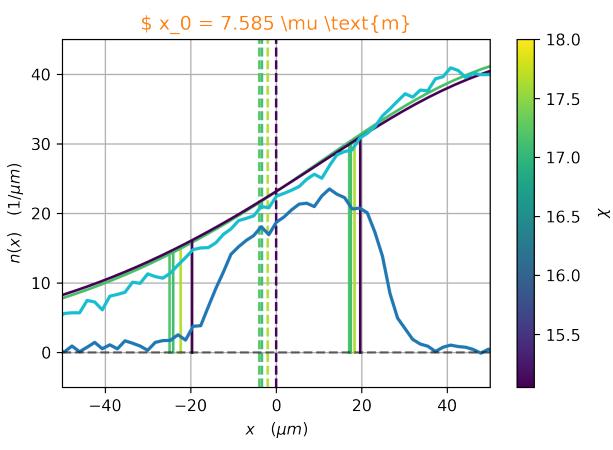
(b)



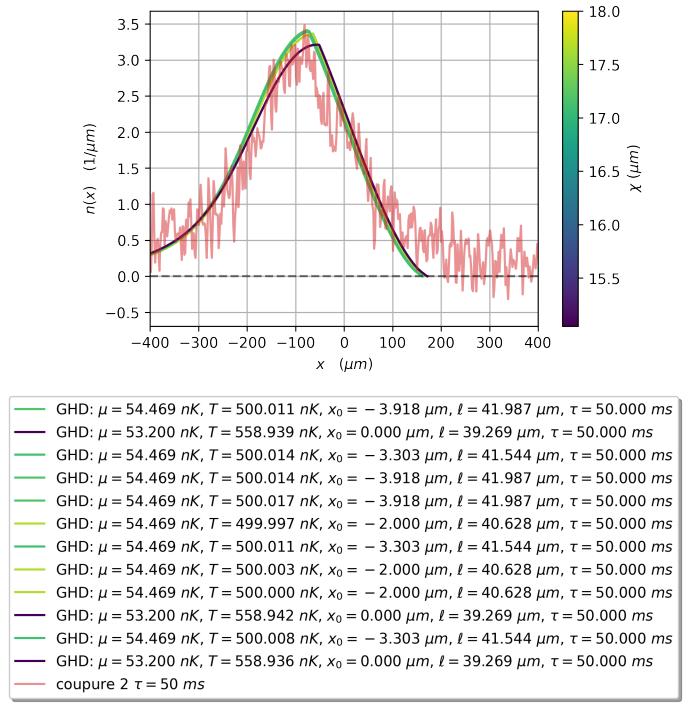
(c)



(d)

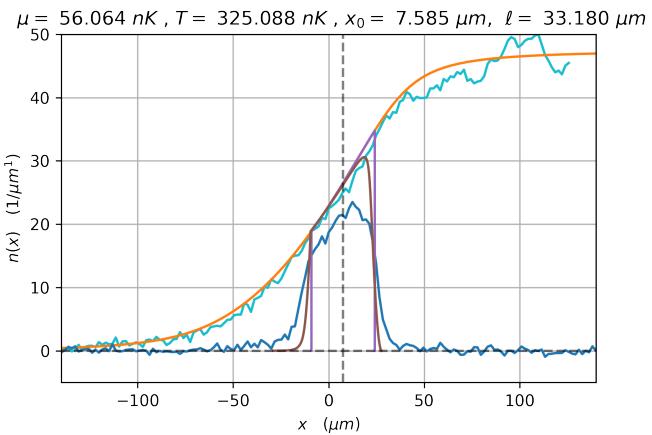


(e)

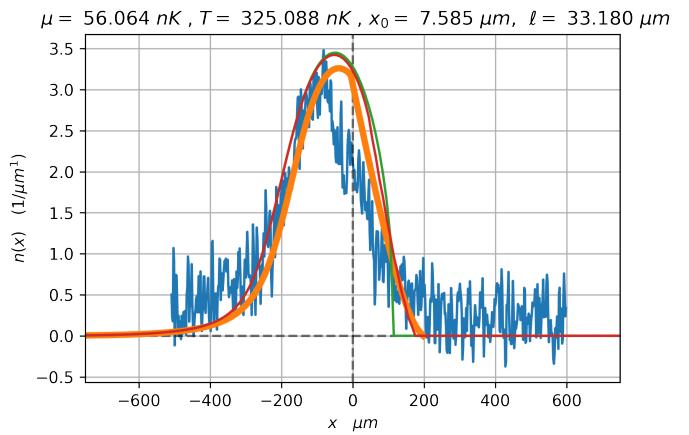


(f)

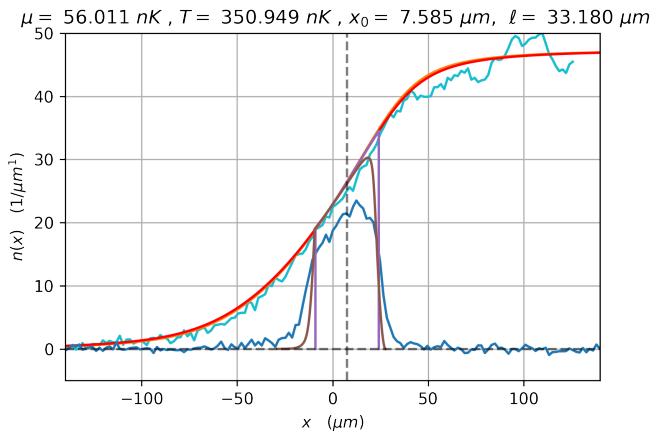
FIGURE 8 – Données du 09-02-24



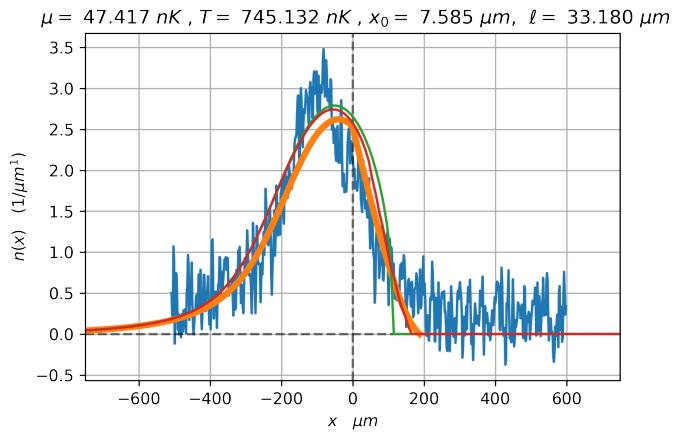
(a)



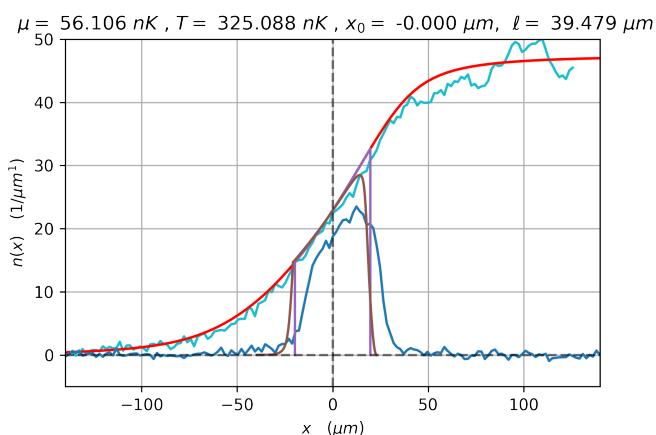
(b)



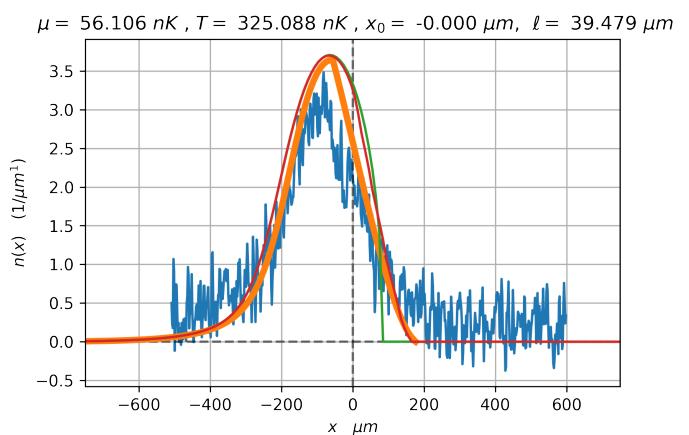
(c)



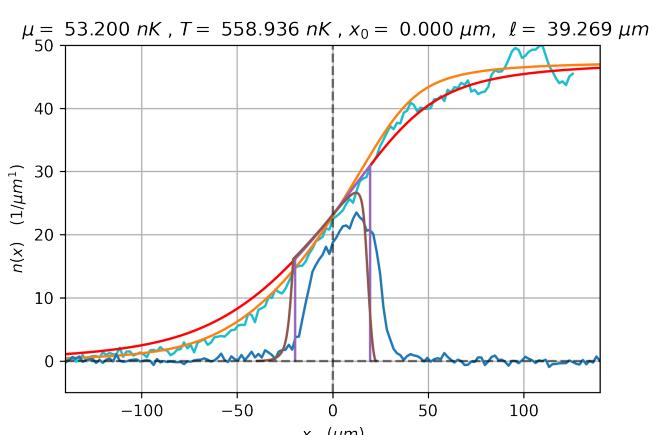
(d)



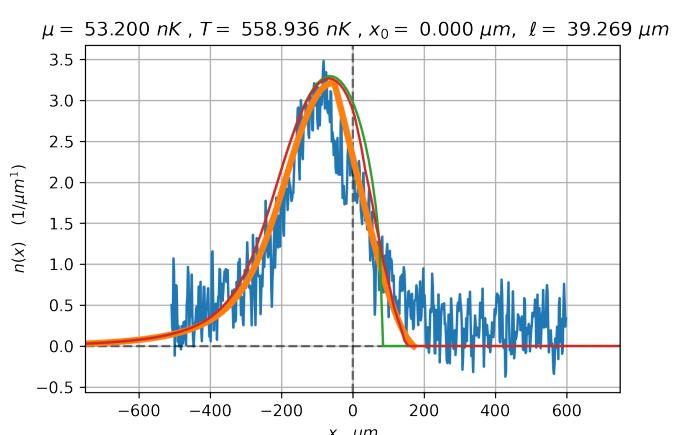
(e)



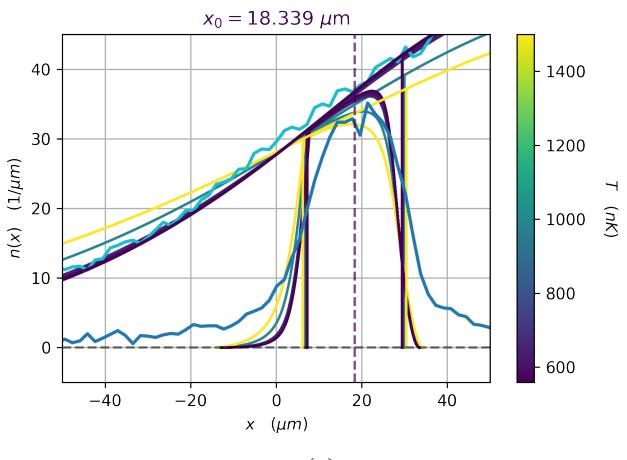
(f)



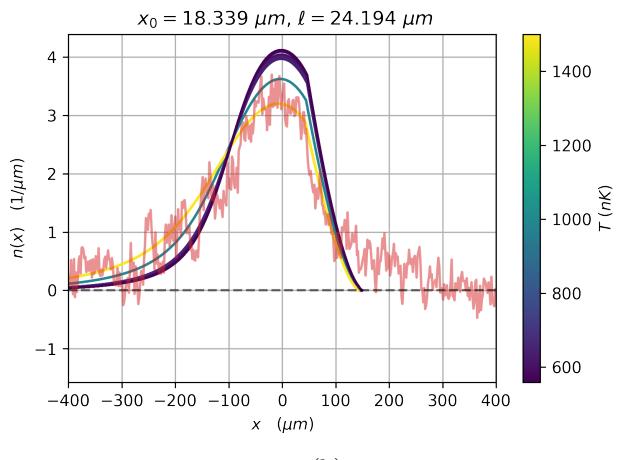
(g)



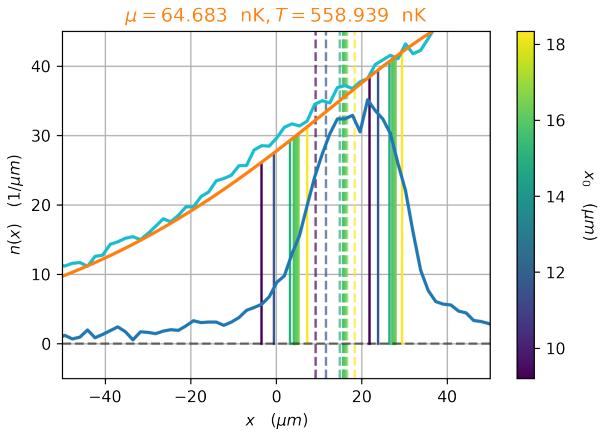
(h)



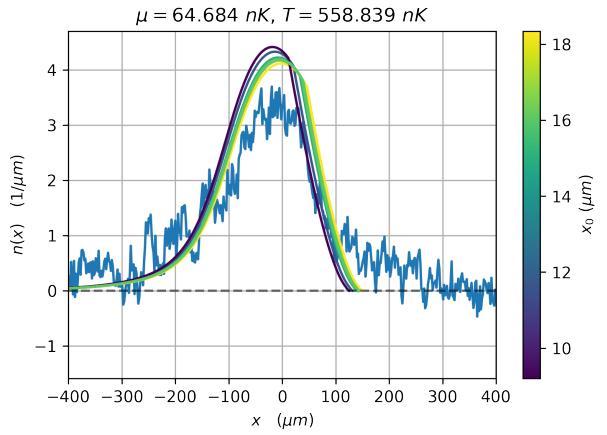
(a)



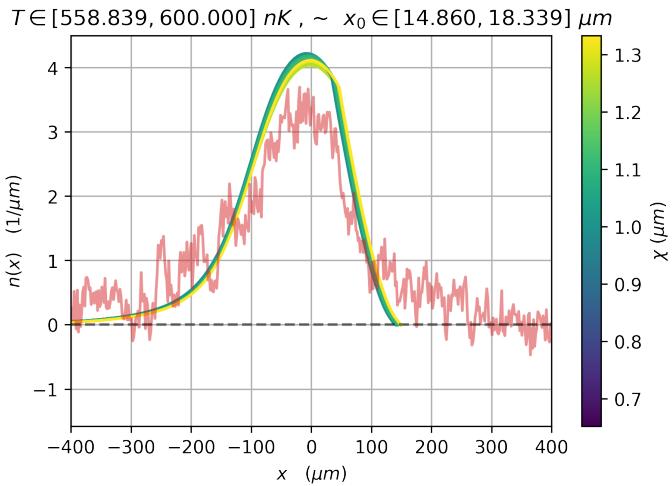
(b)



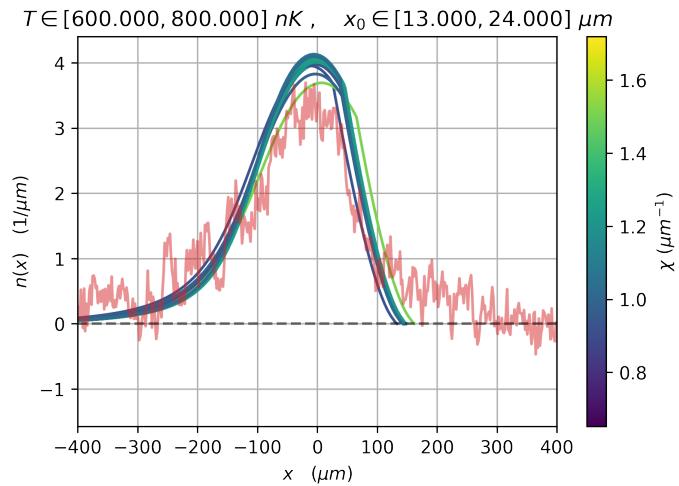
(c)



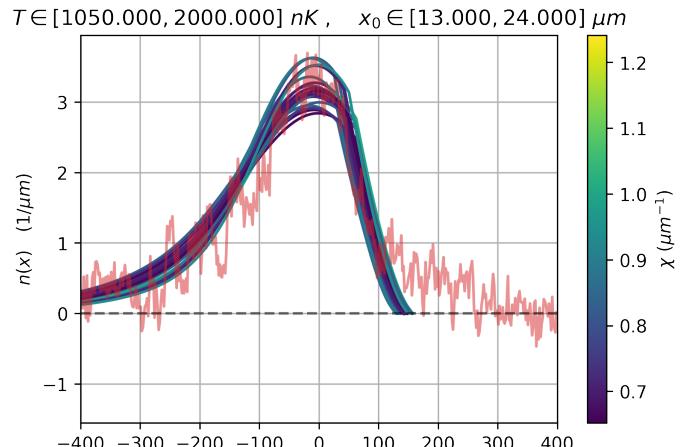
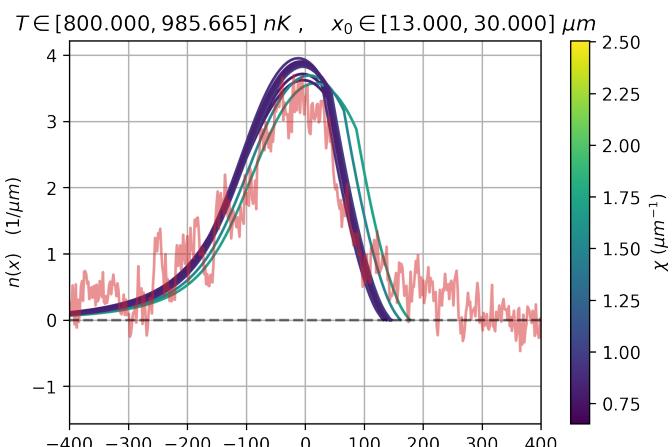
(d)

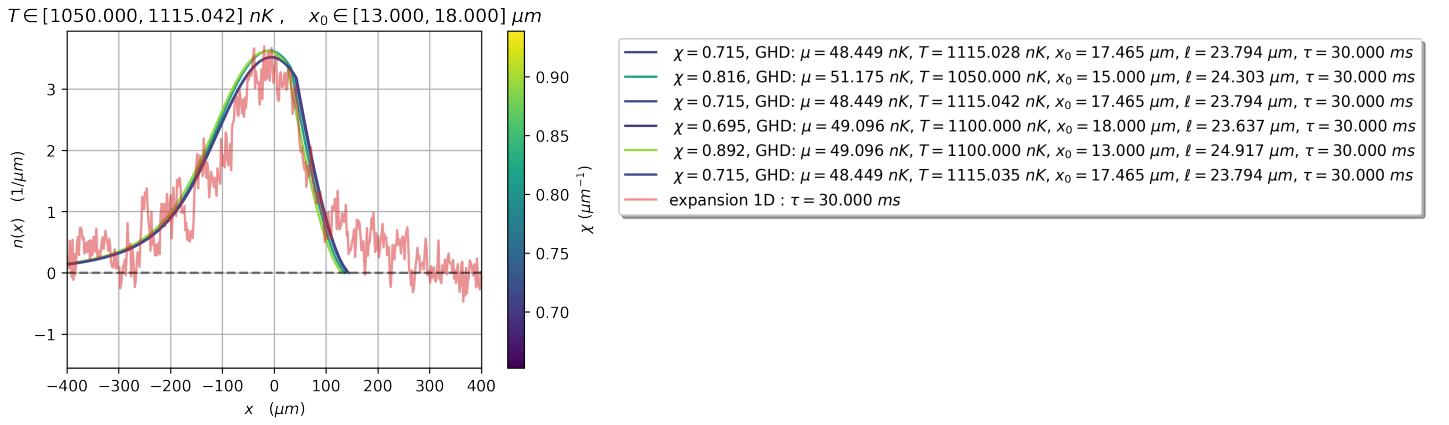


(e)

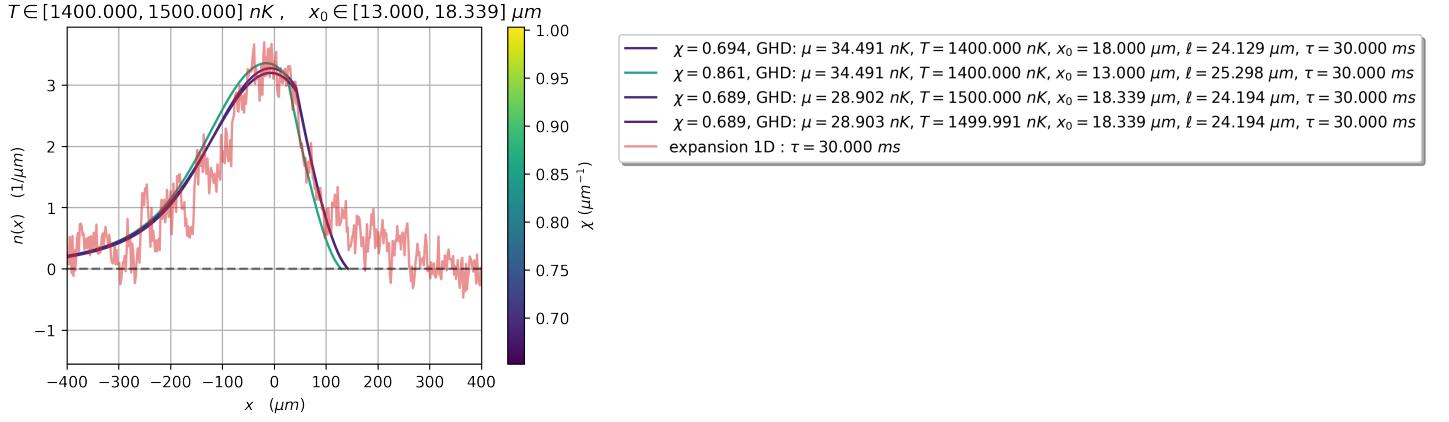


(f)

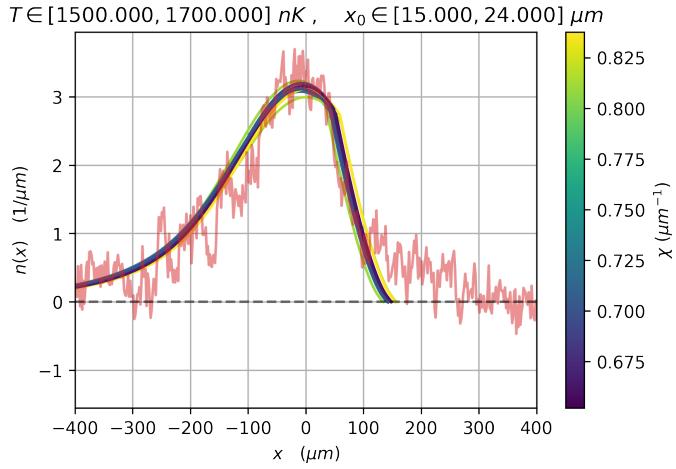




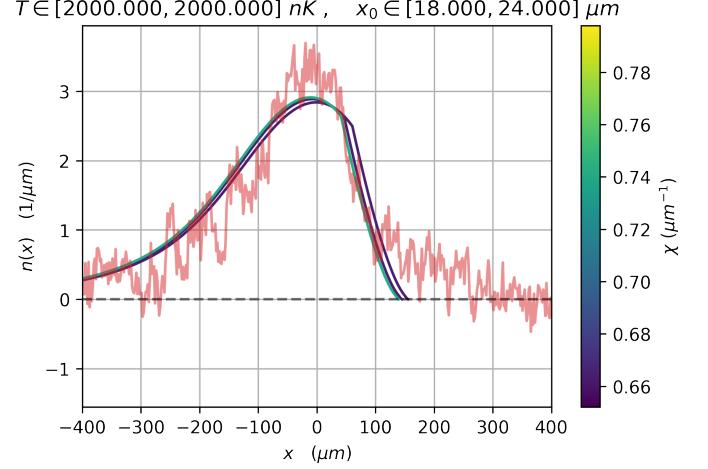
(a)



(b)



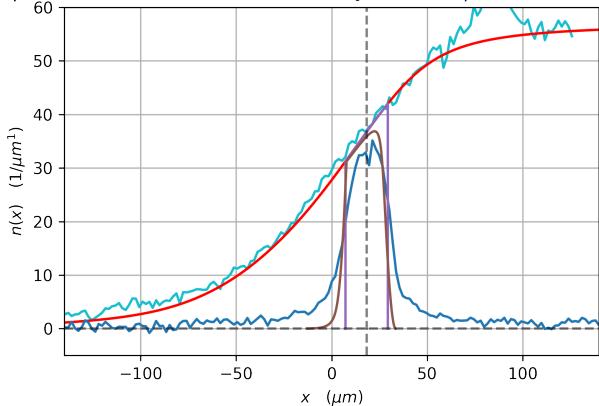
(c)



(d)

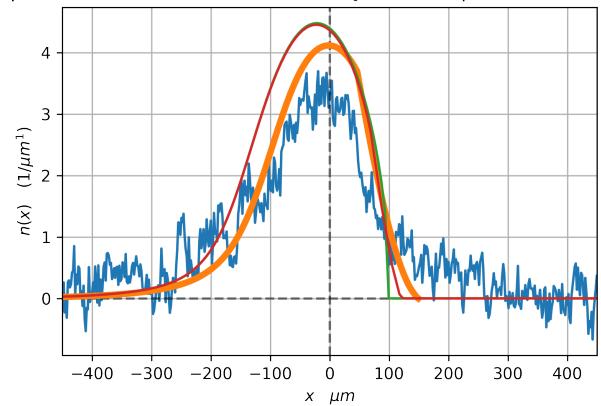
FIGURE 11 – Donnée du 24-04-2024

$$\mu = 64.683 \text{ nK}, T = 558.939 \text{ nK}, x_0 = 18.339 \mu\text{m}, l = 22.169 \mu\text{m}$$



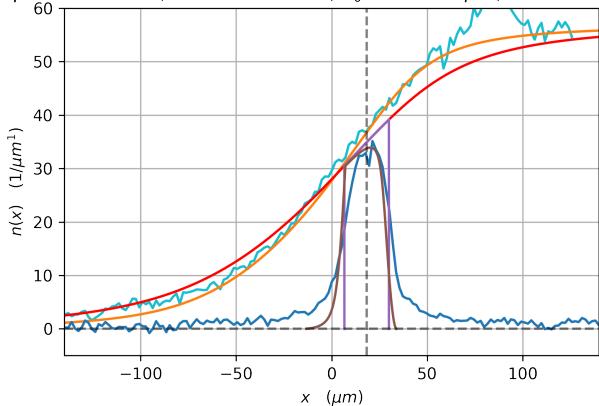
(a)

$$\mu = 64.683 \text{ nK}, T = 558.939 \text{ nK}, x_0 = 18.339 \mu\text{m}, l = 22.169 \mu\text{m}$$



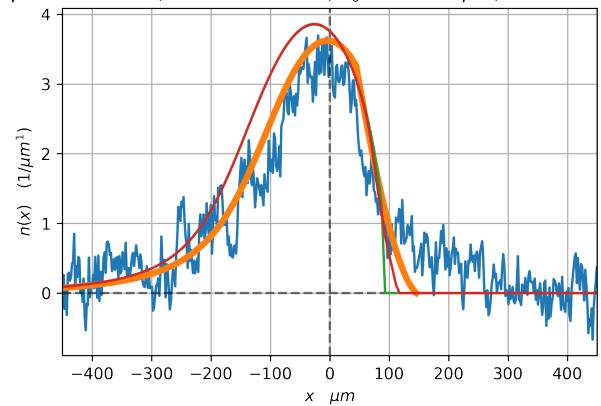
(b)

$$\mu = 53.683 \text{ nK}, T = 985.665 \text{ nK}, x_0 = 18.339 \mu\text{m}, l = 23.324 \mu\text{m}$$



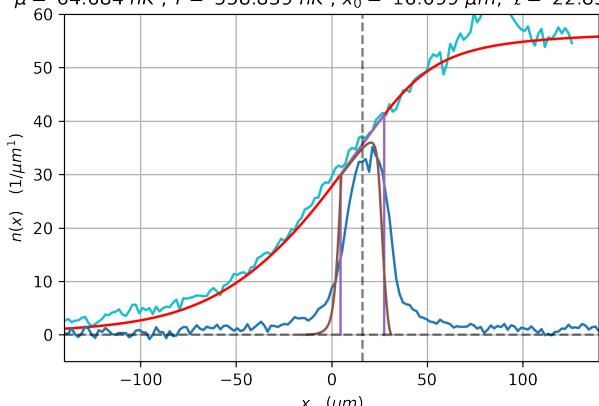
(c)

$$\mu = 53.683 \text{ nK}, T = 985.665 \text{ nK}, x_0 = 18.339 \mu\text{m}, l = 23.324 \mu\text{m}$$



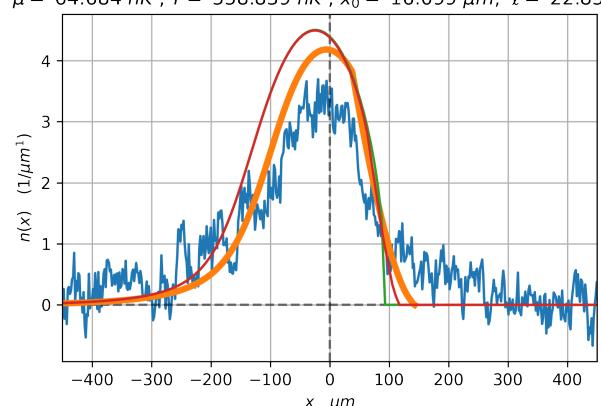
(d)

$$\mu = 64.684 \text{ nK}, T = 558.839 \text{ nK}, x_0 = 16.099 \mu\text{m}, l = 22.850 \mu\text{m}$$



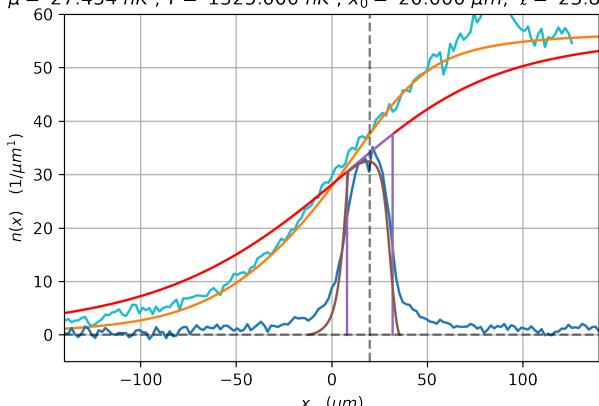
(e)

$$\mu = 64.684 \text{ nK}, T = 558.839 \text{ nK}, x_0 = 16.099 \mu\text{m}, l = 22.850 \mu\text{m}$$



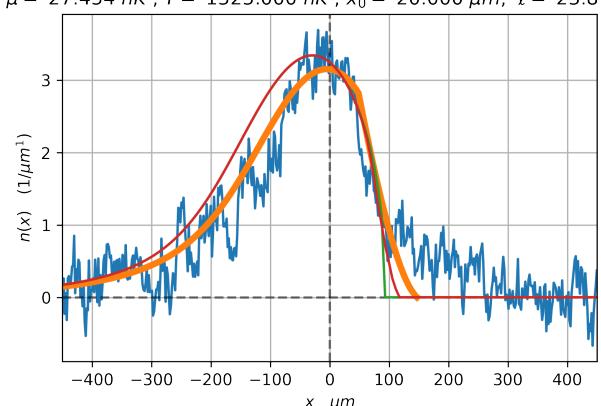
(f)

$$\mu = 27.454 \text{ nK}, T = 1525.000 \text{ nK}, x_0 = 20.000 \mu\text{m}, l = 23.878 \mu\text{m}$$

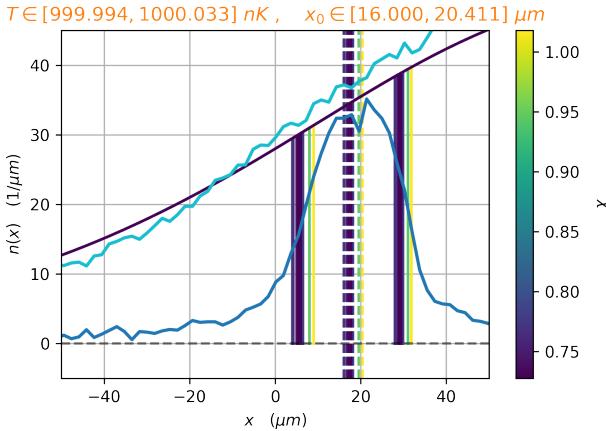


(g)

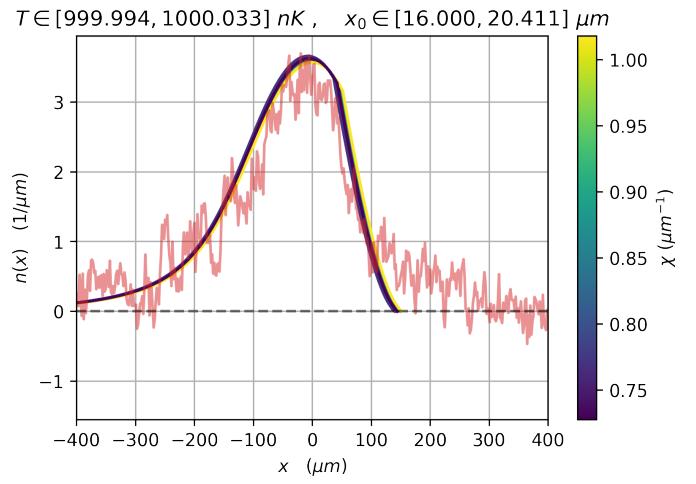
$$\mu = 27.454 \text{ nK}, T = 1525.000 \text{ nK}, x_0 = 20.000 \mu\text{m}, l = 23.878 \mu\text{m}$$



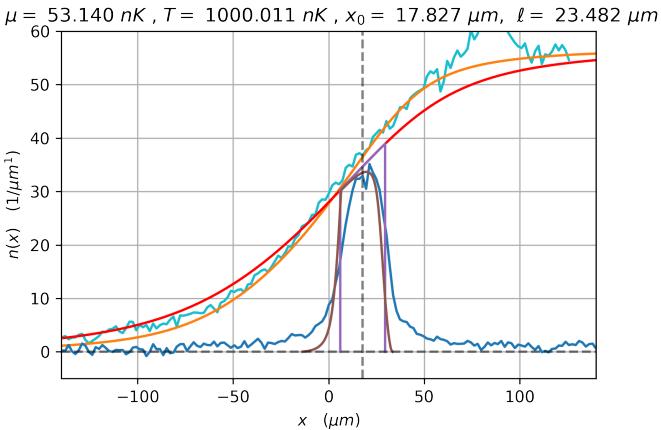
(h)



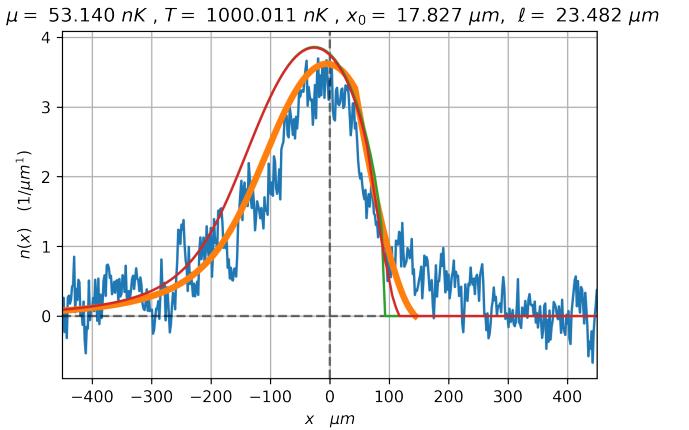
(a)



(b)



(c)



(d)

3 Essentielle

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 μ est paramétré en fonction de la température et de la densité spatiale initiale du nuage, notée n_p . μ est ajusté en utilisant un modèle thermique de Yang-Yang afin de retrouver une densité spatiale initiale correspondant à n_p , mesurée à $56.6 \text{ } \mu\text{m}^{-1}$. 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. 14).

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 ℓ sa largeur.

[Version 1.1]

Pour obtenir x_0 et ℓ , on ajuste, sur les données d'expansion à $\tau = 1 \text{ ms}$, une fonction porte convoluée avec une gaussienne¹, où x_0 est le centre de la fonction et ℓ est la largeur à mi-hauteur².

On trouve $x_0 = 18.34 \text{ } \mu\text{m}$ et $\ell = 33.51 \text{ } \mu\text{m}$ (voir la Fig. 15a).

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. 15b). 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. $f(x; A, x_0, \sigma) = \frac{A}{2} \left(\operatorname{erf} \left(\frac{x + \frac{A}{2} - x_0}{\sqrt{2}\sigma} \right) - \operatorname{erf} \left(\frac{x - \frac{A}{2} - x_0}{\sqrt{2}\sigma} \right) \right)$
2. $\ell = 2\sqrt{2\ln(2)}\sqrt{\sigma^2 + \left(\frac{A}{2}\right)^2}$

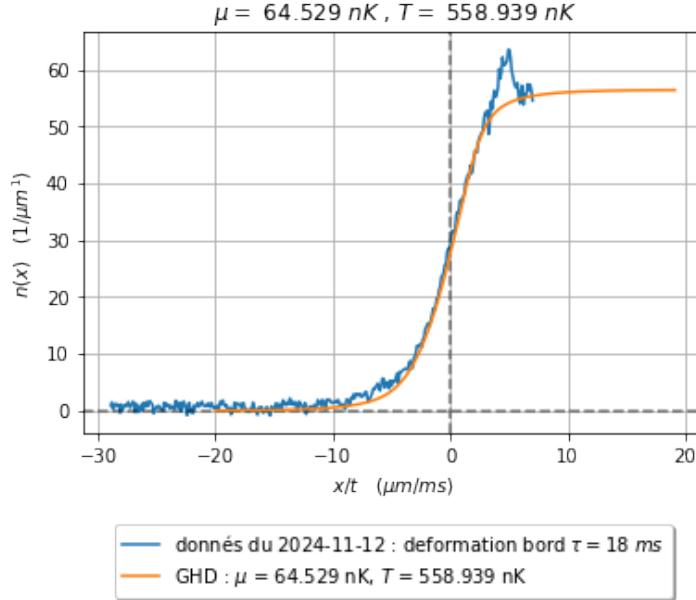
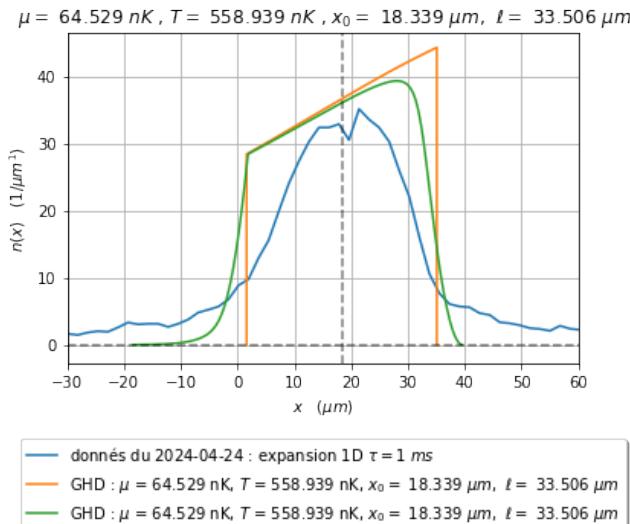
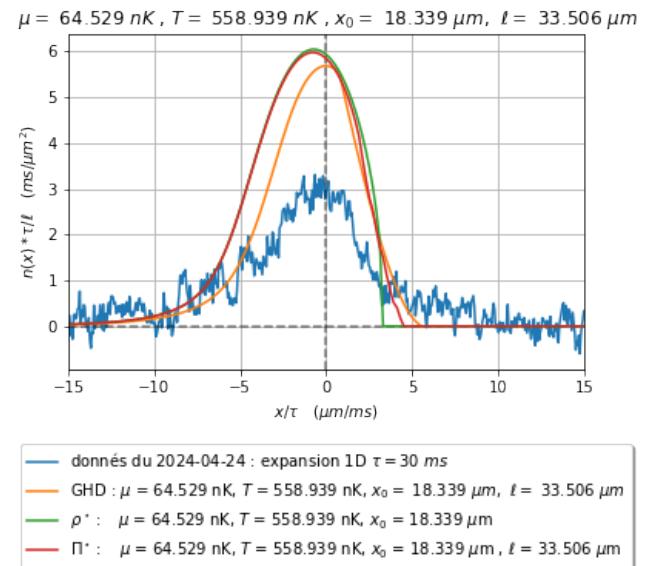


FIGURE 14 – [Bleu] Données de déformation du bord à $t = 18 \text{ ms}$, [Orange] Ajustement avec $T = 558.939 \text{ nK}$ et $\mu(T = 558.939 \text{ nK}, n_p = 56.6 \mu\text{m}^{-1}) = 64.529 \text{ nK}$.



(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 $\mu(T = 558.9 \text{ nK}, n_p = 56.6 \mu\text{m}^{-1}) = 64.529 \text{ nK}$)



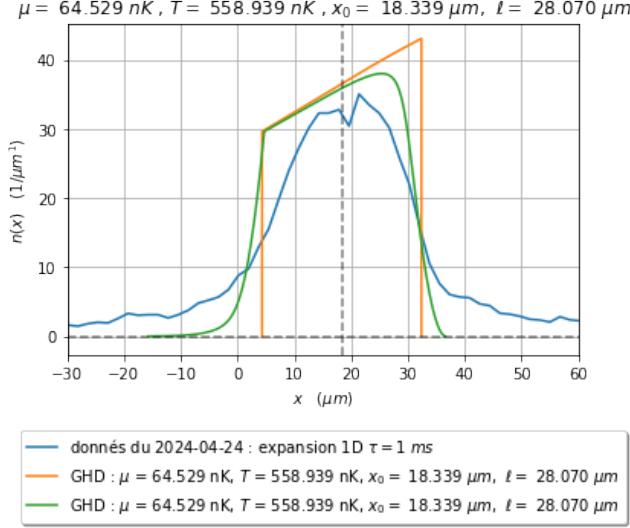
(b) [Bleu] Données expansion à $\tau = 30 \text{ ms}$, [Orange] Simulation de l'expansion à $\tau = 30 \text{ ms}$ avec $n_p = 56.6 \mu\text{m}^{-1}$, $T = 558.9 \text{ nK}$, $\mu = 64.529 \text{ nK}$, $x_0 = 18.4 \mu\text{m}$ et $\ell = 33.5 \mu\text{m}$, [Vert] Distribution de rapidité en $x = x_0$ 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 15

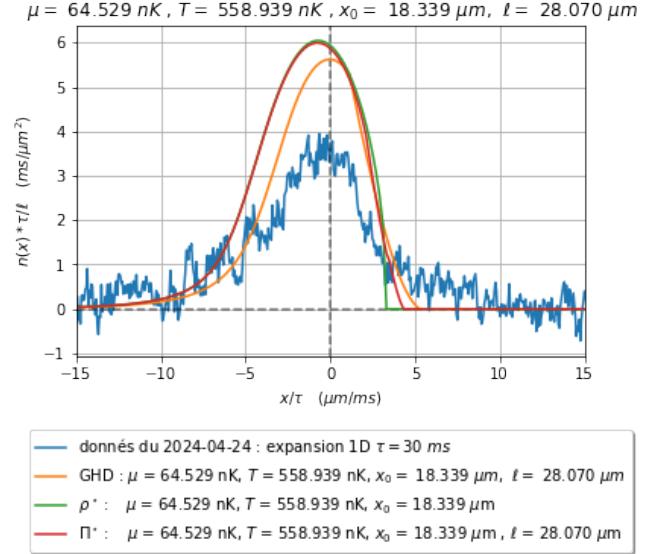
[Version 1.2]

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 ℓ . On ajuste ℓ 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. 16a).

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 $T = 558.9 \text{ nK}$, $\mu = 64.529 \text{ nK}$

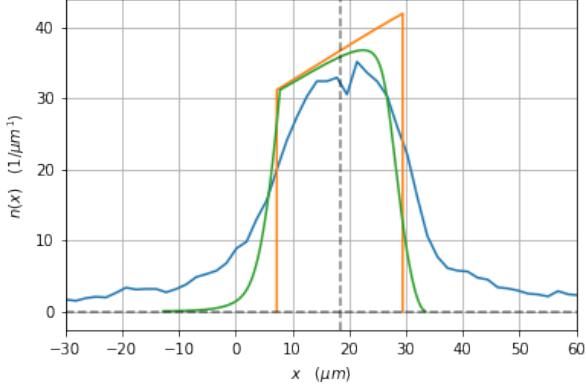
FIGURE 16

[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 ℓ . On ajuste ℓ 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. 17a).

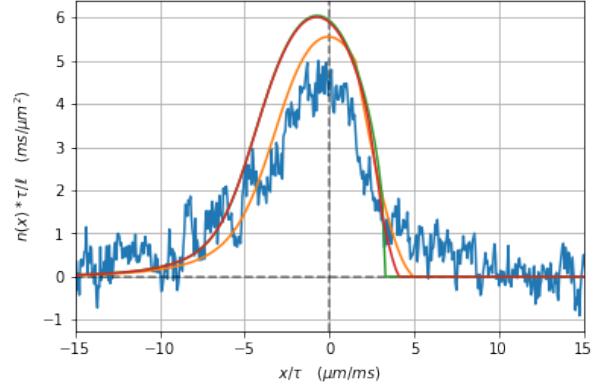
Après l'expansion, on observe une asymétrie dans les données, avec un côté plus raide. Cette asymétrie est également visible dans les simulations, qui sont proches de la distribution de rapidité attendue et des données.

$$\mu = 64.529 \text{ nK}, T = 558.939 \text{ nK}, x_0 = 18.339 \mu\text{m}, t = 22.176 \mu\text{m}$$



[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 $\mu(T = 558.9 \text{ nK}, n_p = 56.6 \mu\text{m}^{-1}) = 64.529 \text{ nK}$)

$$\mu = 64.529 \text{ nK}, T = 558.939 \text{ nK}, x_0 = 18.339 \mu\text{m}, t = 22.176 \mu\text{m}$$



[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 17

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 τ de 1ms, on ne sais pas directement où est le centre x_0 et la taille ℓ de la tranche. On peut faire un ajustement des simulation GHD sur le profile à une temps d'expansion τ de 1ms.

[Version 1.4.2]

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

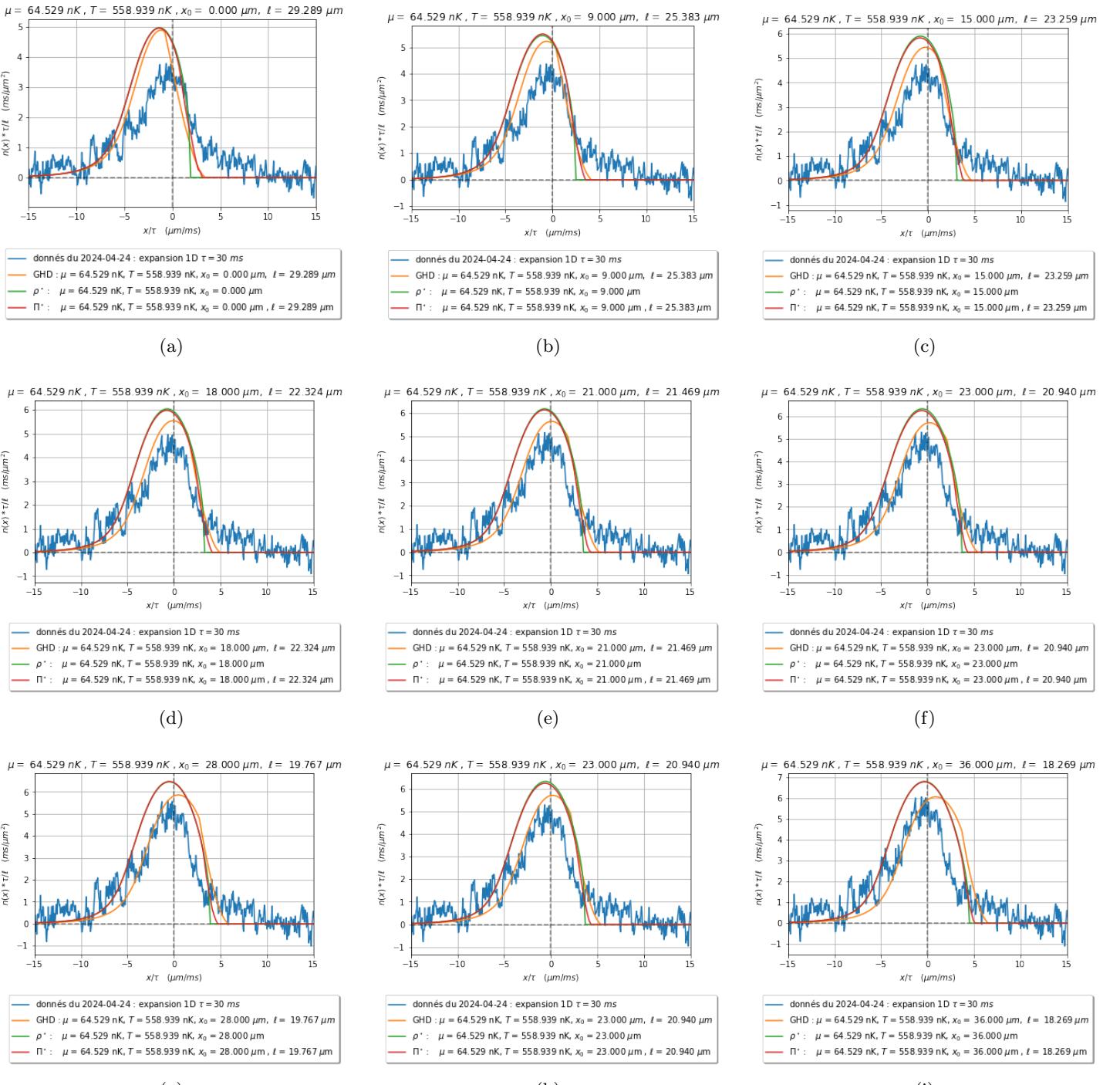
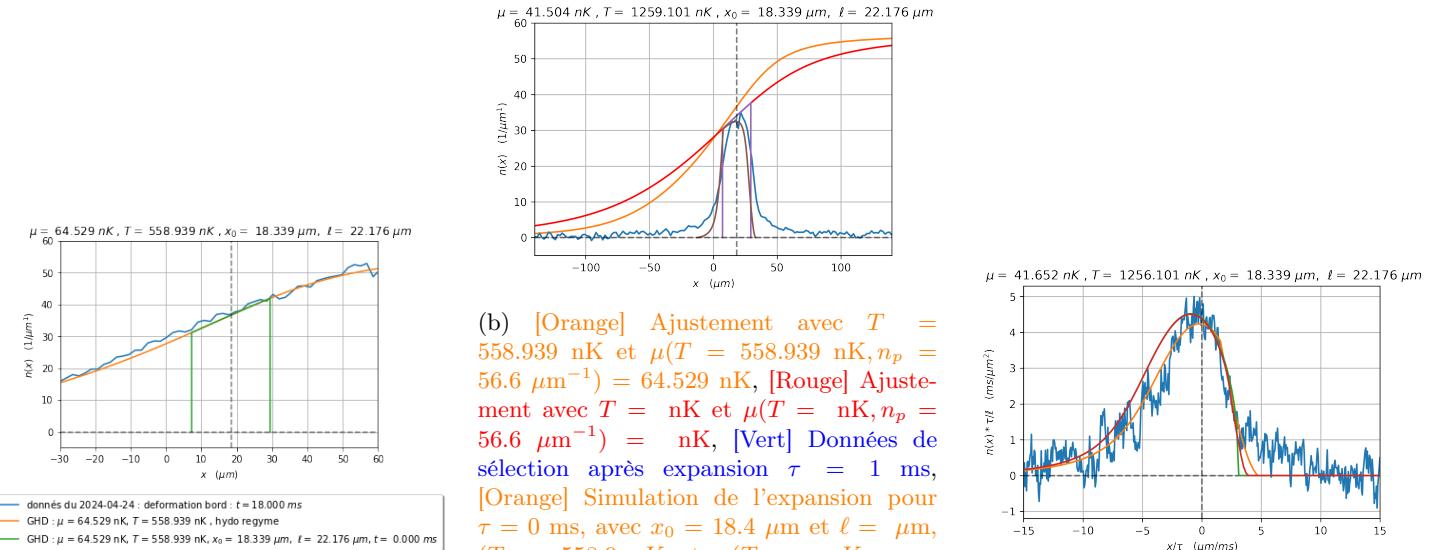


FIGURE 18

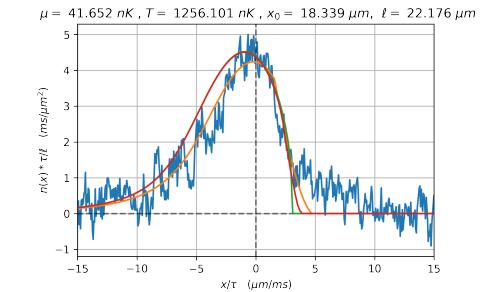
[Version 2]

Nous avons des données d'expansion unidimensionnel pour $\tau = 1 \text{ ms}$ et $\tau = 30 \text{ ms}$. La tranche a une dynamique moyenne pendant 1 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 ℓ sur nos données d'expansion à $\tau = 1 \text{ ms}$. Pour ce faire, on a supposé que pendant 1 ms le centre de la tranche n'a pas bougé. En faisant un ajustement gaussien des données à $\tau = 1 \text{ ms}$, on trouve un centre $x_0 = 18.339 \mu\text{m}$. Sur l'ajustement du bord on a ajusté ℓ pour que le nombre d'atome mesuré dans la tranche soit la même que mesuré dans les données à un temps d'expansion $\tau = 30 \text{ ms}$. On trouve ainsi $\ell = 22.2 \mu\text{m}$ (voir Fig. 19b)



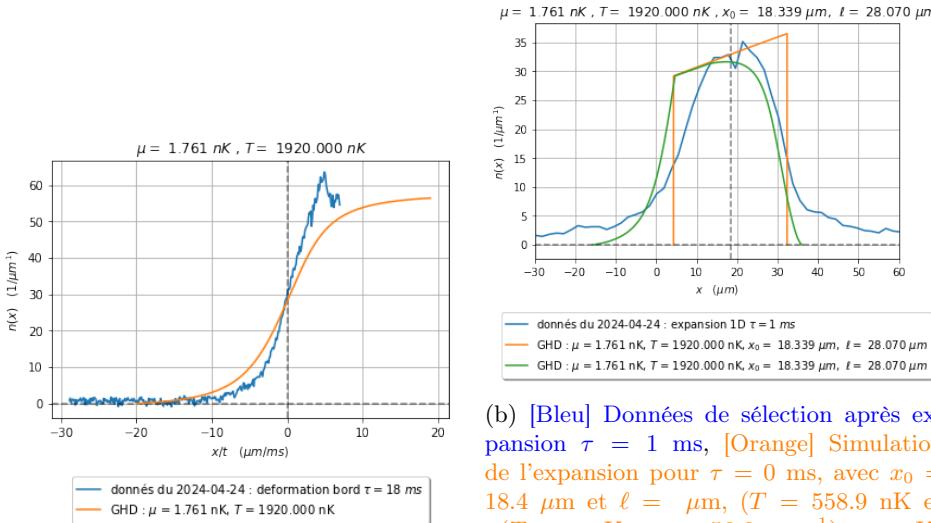
(a) [Bleu] Données de déformation du bord à $t = 18 \text{ ms}$, [Orange] Ajustement avec $T = 558.939 \text{ nK}$ et $\mu(T = 558.939 \text{ nK}, n_p = 56.6 \mu\text{m}^{-1}) = 64.529 \text{ nK}$, [Vert] Données de sélection après expansion $\tau = 1 \text{ ms}$, [Orange] Simulation de l'expansion pour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

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



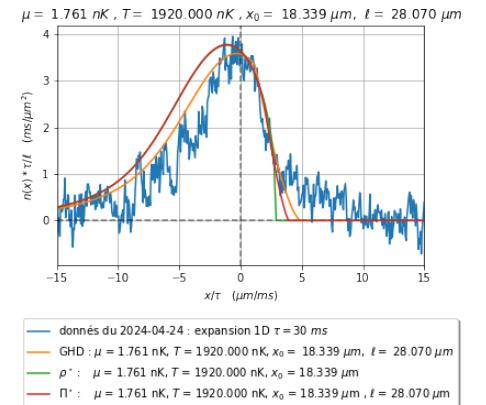
(c) [Bleu] Données d'expansion $\tau = 30 \text{ ms}$, [Orange] Simulation de l'expansion $\tau = 30 \text{ ms}$ avec $n_p = 56.6 \mu\text{m}^{-1}$, $T = \text{nK}$, $\mu = \text{nK}$, $x_0 = 18.4 \mu\text{m}$ et $\ell = 22.2 \mu\text{m}$, [Vert] Distribution de rapidité en $x = x_0$ pour $T = \text{nK}$,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

FIGURE 19



(a) [Bleu] Données de déformation du bord à $t = 18 \text{ ms}$, [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 $\tau = 1 \text{ ms}$, [Orange] Simulation de l'expansion pour $\tau = 0 \text{ ms}$, avec $x_0 = 18.4 \mu\text{m}$ et $\ell = \mu\text{m}$, ($T = 558.9 \text{ nK}$ et $\mu(T = 558.9 \text{ nK}, n_p = 56.6 \mu\text{m}^{-1}) = \text{nK}$) et [Vert] Simulation de l'expansion pour $\tau = 0 \text{ ms}$, 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 $\tau = 30 \text{ ms}$, [Orange] Simulation de l'expansion $\tau = 30 \text{ ms}$ 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 20

FIGURE 21 – les profils du 24-04-2024 :

4 Les données

Date : 2024-04-24

Scan : 89-97-102-108

Paramètres : With1, DeadtimeDMD, With1_bis, DeadtimeDMD_bis

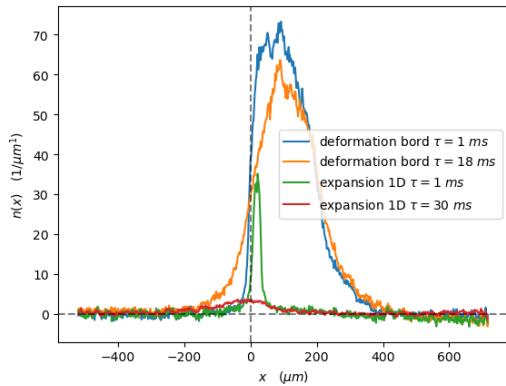


FIGURE 22 – Les profils du 24-04-2024

- a) "Deformation bord $\tau = 1 \text{ ms}$ " (21) : Profil longitudinal des données 1 ms après la sélection en $x = 0$.
- b) "Deformation bord $\tau = 18 \text{ ms}$ " (21) : Profil longitudinal des données après 18 ms de déformation du bord.
- c) "Expansion 1D $\tau = 1 \text{ ms}$ " (21) : Profil longitudinal des données après 1 ms d'expansion.
- d) "Expansion 1D $\tau = 30 \text{ ms}$ " (21) : Profil longitudinal des données après 30 ms d'expansion.

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

a) Système dans une potentiel quartique :

- fréquence transverse : $\omega_{\perp} \stackrel{\text{exp}}{=} 2\pi * 2.56 \text{ KHz}$
- la densité spatial : $n_0 = n_p$ sur les données "deformation bord $\tau = 1 \text{ ms}$ " (21), je mesure $n_p \stackrel{\text{exp}}{=} 56.6 \mu\text{m}^{-1}$.

b) Selection de $x \geq 0$:

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

B) Deformation du bord :

- "deformation bord $\tau = 1 \text{ ms}$ (21) : le profile longitudinal des données apres 1 ms de déformation du bord
- "deformation bord $\tau = 18 \text{ ms}$ (21) : le profile longitudinal des données apres 18 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 $[x_0 - \ell/2, x_0 + \ell/2]$:

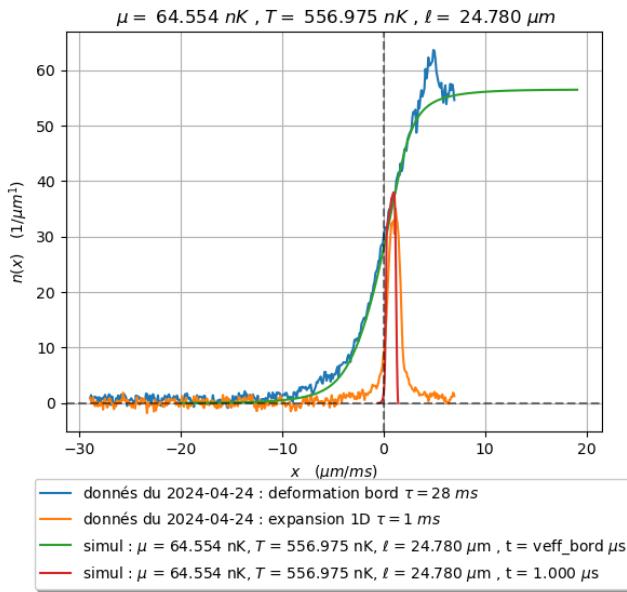
- $x_0 = 19.6 \mu\text{m}$ (trouvé avec un ajustement gaussien sur "expansion 1D $\tau = 1 \text{ ms}$ " (21))
- $\ell = 24.78 \mu\text{m}$ (trouvé en faisant la différence des positions des extreumums du gradient de s données "expansion 1D $\tau = 1 \text{ ms}$ " (21))

b) Expansion :

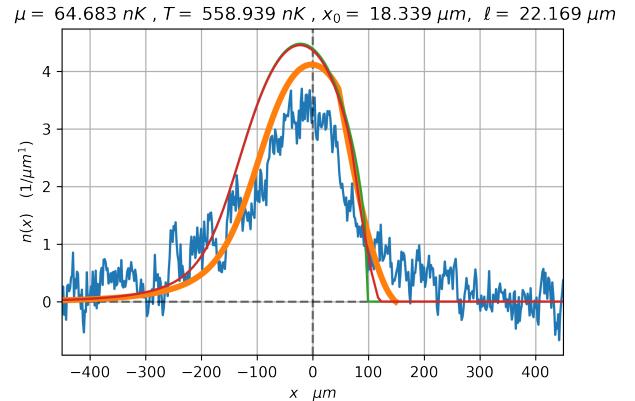
- "expansion 1D $\tau = 1 \text{ ms}$ " : profile longitudinal des données après 1 ms d'expansion.
- "expansion 1D $\tau = 30 \text{ ms}$ " : profile longitudinal des données après 30 ms d'expansion.
- temps de déformation du bord $\tau = 18 \text{ ms}$
- garde le potentiel transverse

5 Simulation GHD

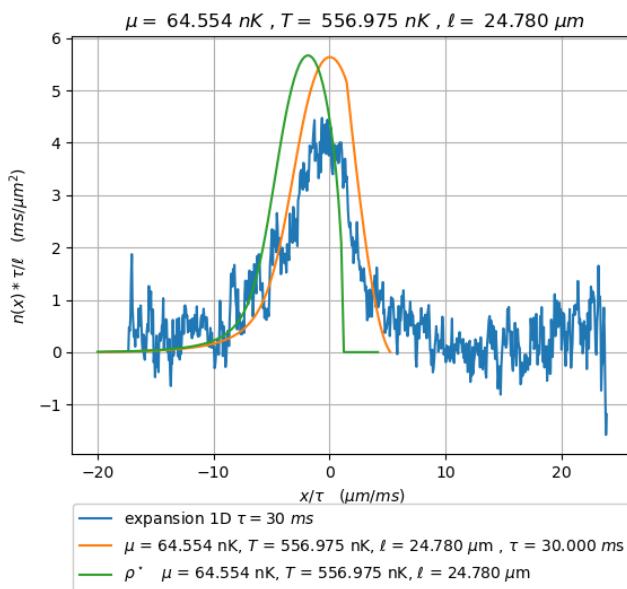
5.1 Méthode 1 (Ajustement sur la déformation du bord ($\mu(T, n_p = 56.6 \mu\text{m}^{-1})$, $T, x_0 = 19.6 \mu\text{m}$, $\ell = 24.78 \mu\text{m}$) :



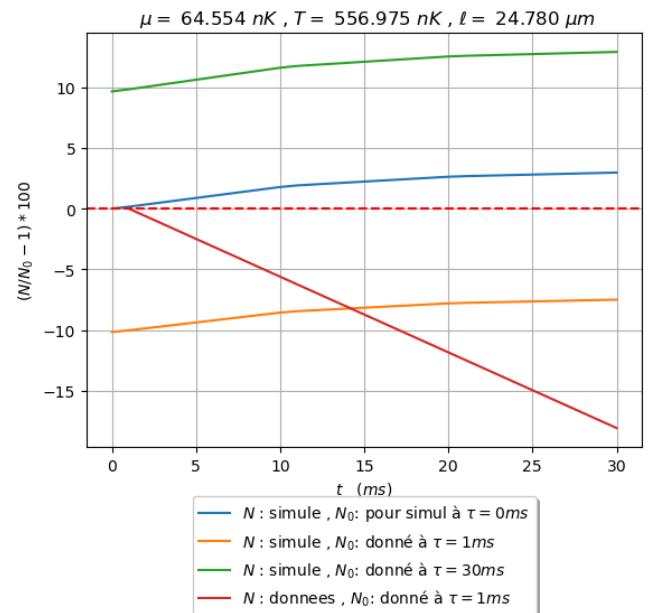
(a) [Bleu] Donnée de Déformation du bord $t = 18 \text{ ms}$, [Vert] Ajustement avec $T = 556.975 \text{ nK}$ et $\mu(T = 556.975 \text{ nK}, n_p = 56.6 \mu\text{m}^{-1}) = 64.554 \text{ nK}$, [Orange] Donnée de Selection après expansion $\tau = 1 \text{ ms}$ et [Rouge] Simulation de l'expansion pour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



(b) [Bleu] Donnée de Selection après expansion $\tau = 1 \text{ ms}$, [Vert] Simulation de l'expansion pour $\tau = 1 \text{ ms}$, avec $x_0 = 19.6 \mu\text{m}$ et $\ell = 24.78 \mu\text{m}$ et ($T = 556.975 \text{ nK}$ et $\mu = 556.975 \text{ nK}, n_p = 56.6 \mu\text{m}^{-1} = 64.554 \text{ nK}$) 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 $n_p = 56.6 \mu\text{m}^{-1}$, $T = 556.975 \text{ nK}$, $\mu = 556.975 \text{ nK}$, $x_0 = 19.6 \mu\text{m}$, et $\ell = 24.78 \mu\text{m}$ et [Vert] Distribution de rapidité en $x = 0$ pour $T = 556.975 \text{ nK}$, $\mu = 556.975 \text{ nK}$



(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 mesuré sur les donné à $\tau = 1 \text{ ms}$

A) Ajustement sur la déformation du bord (23a) :

- a) On extrais 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 $T = 556.975 nK$ et $\mu(T = 556.975 nK, n_p = 56.6 \mu m^{-1}) = 64.554 nK$

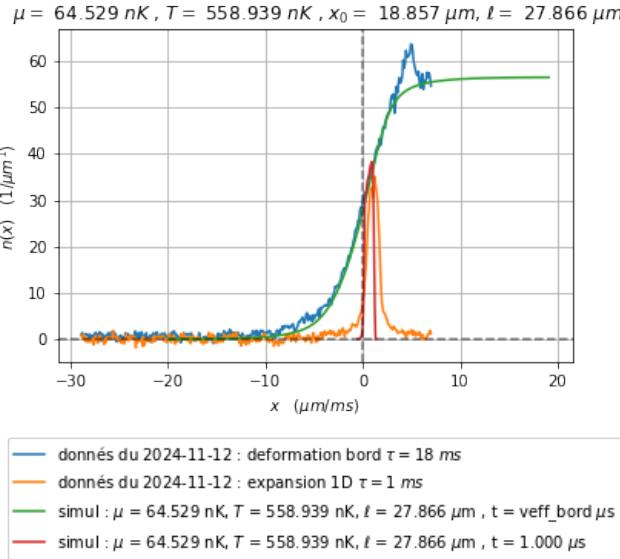
B) Selection $[x_0 - \ell/2, x_0 + \ell/2[$

- $x_0 = 19.6 \mu m$ (trouvé avec un ajustement gaussien sur "expansion 1D $\tau = 1 ms$ " (21) ou (23a) ou (23b))
- $\ell = 24.78 \mu m$ (trouvé en faisant la différence des positions des extreumums du gradient des données "expansion 1D $\tau = 1 ms$ " (21) ou (23a) ou (23b))

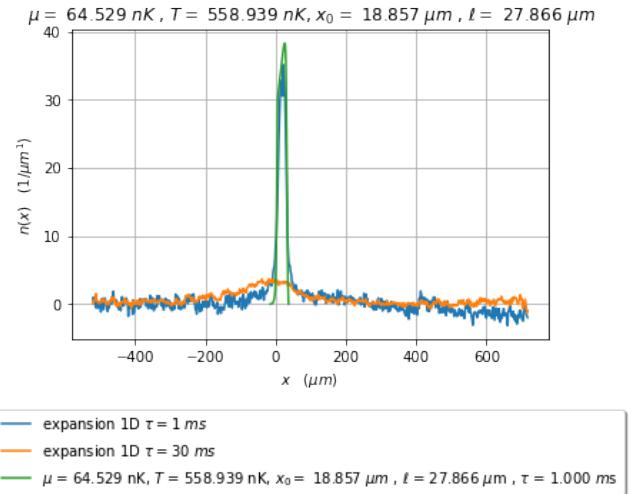
C) Expansion

- 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 23c
 - Les simulations GHD Conservent le nombre d'atoms à 3% près (blue de 23d)
 - 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 23d)
 - 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 $\tau = 30 ms$ (Dernier point de la courbe verte de 23d)
 - Les mesures sur les données du nombre d'atomes lors de l'expansion montrent une perte de 17% du nombre d'atomes (rouge 23d)

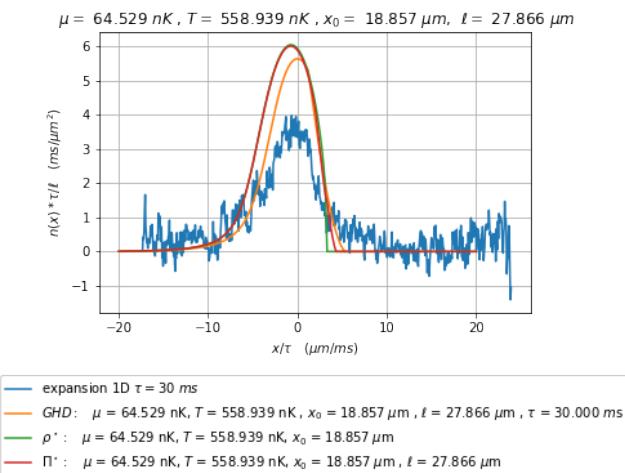
5.2 Méthode 1.1 (Ajustement sur la déformation du bord + ajustement x_0 et ℓ ($\mu(T, n_p = 56.6 \mu\text{m}^{-1}), T, x_0 = 18.852 \mu\text{m}, \ell = 27.860 \mu\text{m}$) :



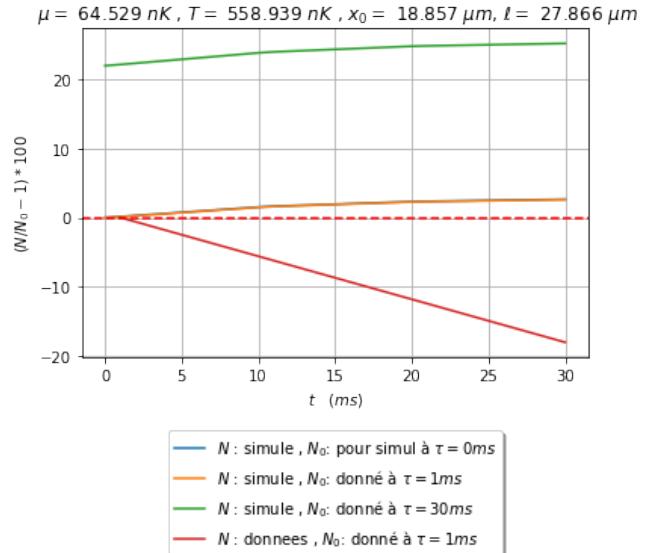
(a) [Bleu] Donnée de Déformation du bord $t = 18 \text{ ms}$, [Vert] Ajustement avec $T = 558.939 \text{ nK}$ et $\mu(T = 558.939 \text{ nK}, n_p = 56.6 \mu\text{m}^{-1}) = 64.529 \text{ nK}$, [Orange] Donnée de Selection après expansion $\tau = 1 \text{ ms}$ et [Rouge] Simulation de l'expansion pour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



(b) [Bleu] Donnée de Selection après expansion $\tau = 1 \text{ ms}$, [Vert] Simulation de l'expansion pour $\tau = 1 \text{ ms}$, avec $x_0 = 8.852 \mu\text{m}$ et $\ell = 27.860 \mu\text{m}$ et ($T = 558.939 \text{ nK}$ et $\mu = 64.529 \text{ nK}, n_p = 56.6 \mu\text{m}^{-1} = 64.554 \text{ nK}$) 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 $n_p = 56.6 \mu\text{m}^{-1}$, $T = 558.939 \text{ nK}$, $\mu = 64.529 \text{ nK}$, $x_0 = 18.852 \mu\text{m}$, et $\ell = 27.860 \mu\text{m}$ 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 $\ell = 27.860 \mu\text{m}$, 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 donnée à $\tau = 1 \text{ ms}$, [Vert] Déviation de du nombre d'atome simulé par rapport au nombre d'atome mesuré sur les donnée à $\tau = 30 \text{ ms}$ et [Rouge] Déviation de du nombre d'atome mesurer sur les donnée à $\tau = 30 \text{ ms}$ rapport au nombre d'atome mesuré sur les donnée à $\tau = 1 \text{ ms}$

A) Ajustement sur la déformation du bord (23a) ou (24a) :

◦ (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 $[x_0 - \ell/2, x_0 + \ell/2[$

◦ $x_0 = 18.852 \mu\text{m}$ (trouvé avec un ajustement gaussien sur "expansion 1D $\tau = 1 \text{ ms}$ " (21) ou (24a) ou (24b))

◦ $\ell = 27.860 \mu\text{m}$ (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 $\tau = 1 \text{ ms}$ " (21) ou (24a) ou (24b))

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 24c

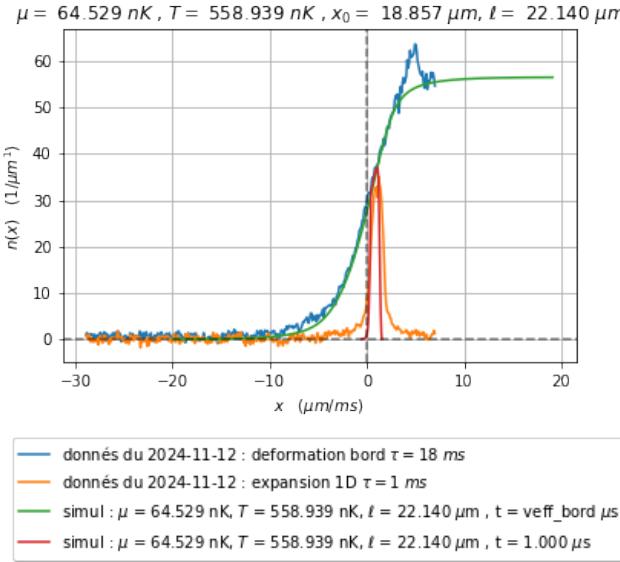
— Les simulations GHD Conservent le nombre d'atoms à 3% près (blue de 24d)

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 24d)

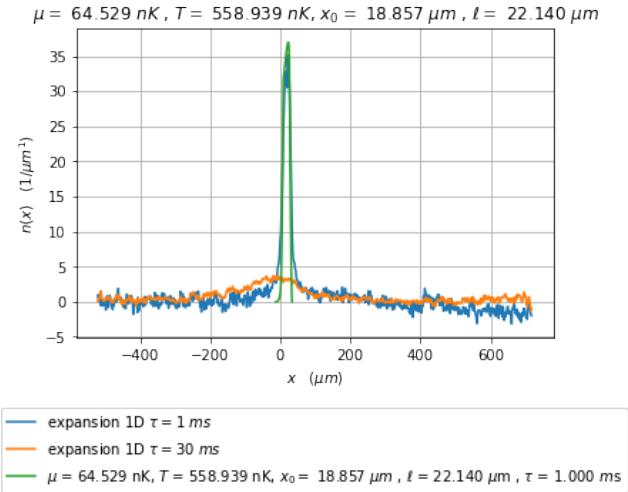
x Les simulations GHD de l'expansion se terminent avec une erreur 23% en nombre d'atome par rapport au nombre d'atome mesuré les données d'expansion $\tau = 30 \text{ ms}$ (Dernier point de la courbe verte de 24d)

— Les mesures sur les données du nombre d'atomes lors de l'expansion montrent une perte de 17% du nombre d'atomes (rouge 24d)

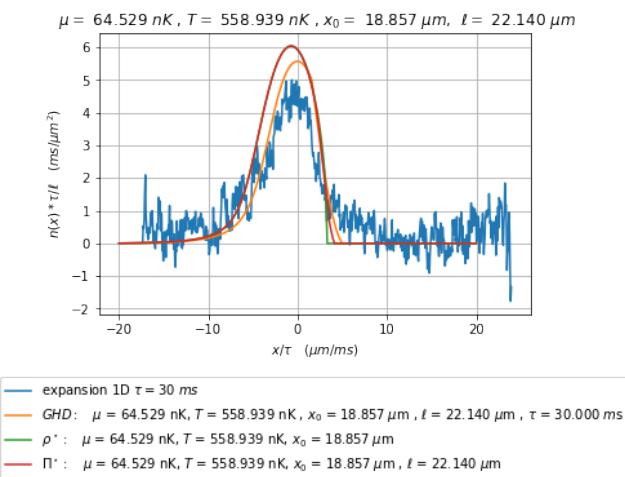
5.3 Méthode 1.2 (Ajustement sur la déformation du bord + ajustement x_0 et ℓ ($\mu(T, n_p = 56.6 \mu\text{m}^{-1}), T, x_0 = 18.852 \mu\text{m}, \ell = 22.14 \mu\text{m}$) :



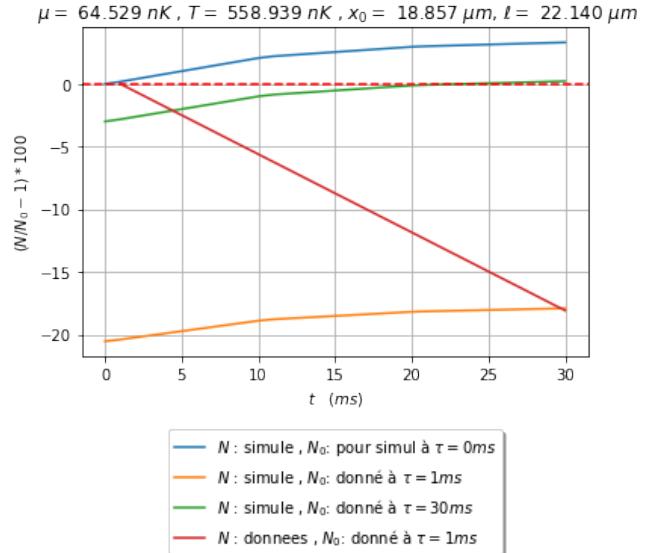
(a) [Bleu] Donnée de Déformation du bord $t = 18 \text{ ms}$, [Vert] Ajustement avec $T = 558.939 \text{ nK}$ et $\mu(T = 558.939 \text{ nK}, n_p = 56.6 \mu\text{m}^{-1}) = 64.529 \text{ nK}$, [Orange] Donnée de Selection après expansion $\tau = 1 \text{ ms}$ et [Rouge] Simulation de l'expansion pour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



(b) [Bleu] Donnée de Selection après expansion $\tau = 1 \text{ ms}$, [Vert] Simulation de l'expansion pour $\tau = 1 \text{ ms}$, avec $x_0 = 8.852 \mu\text{m}$ et $\ell = 22.14 \mu\text{m}$ et ($T = 558.939 \text{ nK}$ et $\mu = 64.529 \text{ nK}, n_p = 56.6 \mu\text{m}^{-1} = 64.554 \text{ nK}$) 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 $n_p = 56.6 \mu\text{m}^{-1}$, $T = 558.939 \text{ nK}$, $\mu = 64.529 \text{ nK}$, $x_0 = 18.852 \mu\text{m}$, et $\ell = 27.860 \mu\text{m}$ 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 $\ell = 22.14 \mu\text{m}$, pour $T = 558.939 \text{ nK}$, $\mu = 64.529 \text{ nK}$

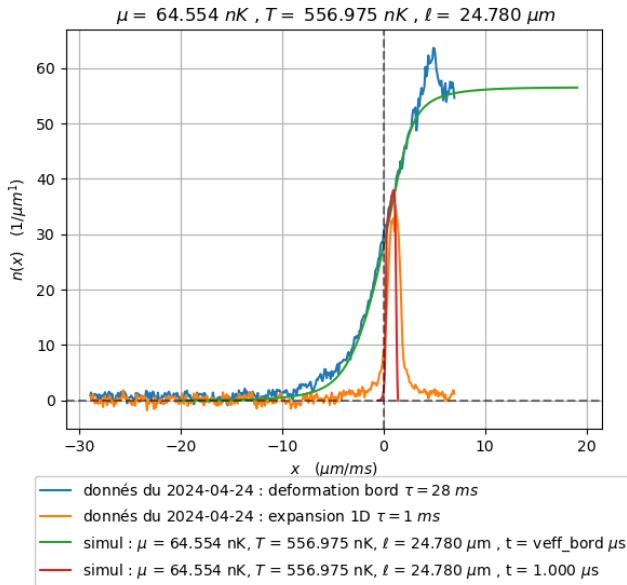


(d) [Bleu] Déviation de du nombre d'atome simulé par rapport au nombre d'atome simulé à $\tau = 0 \text{ ms}$, [Orange] Déviation de du nombre d'atome simulé par rapport au nombre d'atome mesuré dans les donnée à $\tau = 1 \text{ ms}$, [Vert] Déviation de du nombre d'atome simulé par rapport au nombre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

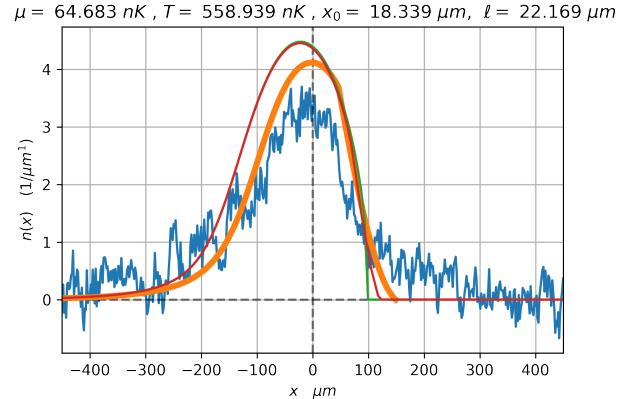
A) Ajustement sur la déformation du bord (23a) ou (25a) :

- (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 $\tau = 1 \text{ ms}$ " (21) ou (25a) ou (25b))
 - x $x_0 = 22.14 \text{ } \mu\text{m}$ (en ajustant pour que la simulation $\tau = 0$ donne le mément nombre d'atome que pour les donné à $\tau = 30 \text{ ms}$ "expansion 1D $\tau = 1 \text{ ms}$ " (21) ou (25a) ou (25c))
- 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 25c
 - Les simulations GHD Conservent le nombre d'atoms à 3% près (blue de 25d)
 - 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 25d)
 - 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 25d)
 - Les mesures sur les données du nombre d'atomes lors de l'expansion montrent une perte de 17% du nombre d'atomes (rouge 25d)

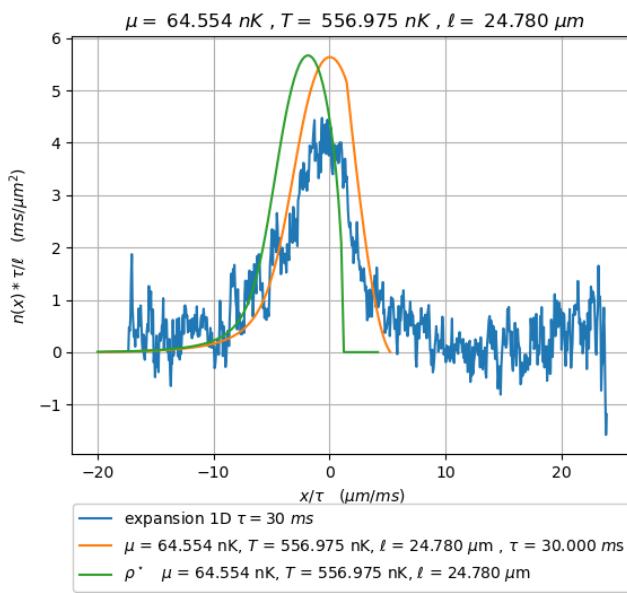
5.4 Méthode 2 (Ajustement sur l'expansion ($\mu(T, n_p = 56.6 \mu\text{m}^{-1})$, $T, x_0 = 19.6 \mu\text{m}$, $\ell = 24.78 \mu\text{m}$) :



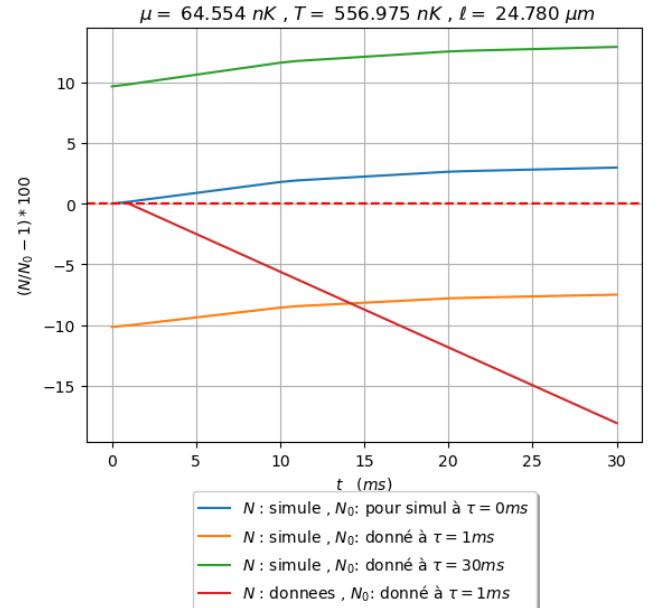
(a) [Bleu] Donnée de Déformation du bord $t = 18 \text{ ms}$, [Vert] Ajustement avec $T = 556.975 \text{ nK}$ et $\mu(T = 556.975 \text{ nK}, n_p = 56.6 \mu\text{m}^{-1}) = 64.554 \text{ nK}$, [Orange] Donnée de Selection après expansion $\tau = 1 \text{ ms}$ et [Rouge] Simulation de l'expansion pour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



(b) [Bleu] Donnée de Selection après expansion $\tau = 1 \text{ ms}$, [Vert] Simulation de l'expansion pour $\tau = 1 \text{ ms}$, avec $x_0 = 19.6 \mu\text{m}$ et $\ell = 24.78 \mu\text{m}$ et ($T = 556.975 \text{ nK}$ et $\mu = 556.975 \text{ nK}, n_p = 56.6 \mu\text{m}^{-1} = 64.554 \text{ nK}$) 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 $n_p = 56.6 \mu\text{m}^{-1}$, $T = 556.975 \text{ nK}$, $\mu = 556.975 \text{ nK}$, $x_0 = 19.6 \mu\text{m}$, et $\ell = 24.78 \mu\text{m}$ et [Vert] Distribution de rapidité en $x = 0$ pour $T = 556.975 \text{ nK}$, $\mu = 556.975 \text{ nK}$



(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 mesuré sur les donné à $\tau = 1 \text{ ms}$

FIGURE 26

A) Selection $[x_0 - \ell/2, x_0 + \ell/2[$ (Idem)

- o $x_0 = 19.6 \mu m$ (trouvé avec un ajustement gaussien sur "expansion 1D $\tau = 1 ms$ " (21) ou (26a) ou (26b))
- o $\ell = 24.78 \mu m$ (trouvé en faisant la différence des positions des extremums du gradient des données "expansion 1D $\tau = 1 ms$ " (21) ou (26a) ou (26b))

B) Deformation + Expansion , Ajustement sur les données Expansion $\tau = 30 ms$

- a) On extrais 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 $\int \rho_{[\nu_{\{T, \mu\}}]}(\theta) d\theta = n_p$
- o 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
- o Après Simulation GHD on obtiens les profil orange de 26c
 - Les simulations GHD Conservent le nombre d'atoms à 3% près (blue de 26d)
 - 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 26d)
 - 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 26d)
 - Les mesures sur les données du nombre d'atomes lors de l'expansion montrent une perte de 17% du nombre d'atomes (rouge 26d)