





I N S E A



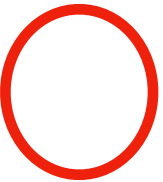




$$\Phi(x) \stackrel{\text{def}}{=} \mathbb{P}(Z \leq x) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}\sigma} \int_{-\infty}^x e^{-\frac{x^2}{2\sigma^2}} \mathrm{d}x$$

Comment on calcul  $\Phi(\frac{30}{50})$  en 1902 ?

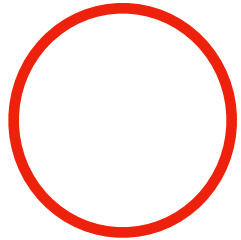
Comment calculer  $\pi$  ?





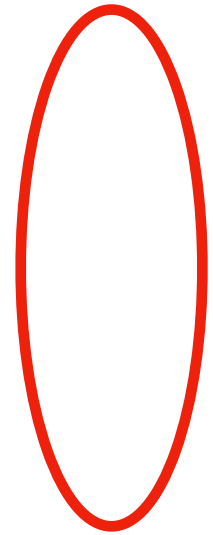
2. La suite de Newton  $a_{n+1} = \frac{1}{2} \left( a_n + \frac{A}{a_n} \right)$  converge vers  $\sqrt{A}$ .

$$1. \quad \pi = \arctan(1) \text{ et } \arctan(x) = x - \frac{x^3}{3} + \frac{x^5}{5} - \frac{x^7}{7} + \cdots$$



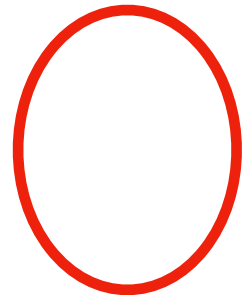
La racine ?

4. Calculer les exp:  $\exp(x) = 1 + x + \frac{x^2}{2!} + \frac{x^3}{3!} + \dots$

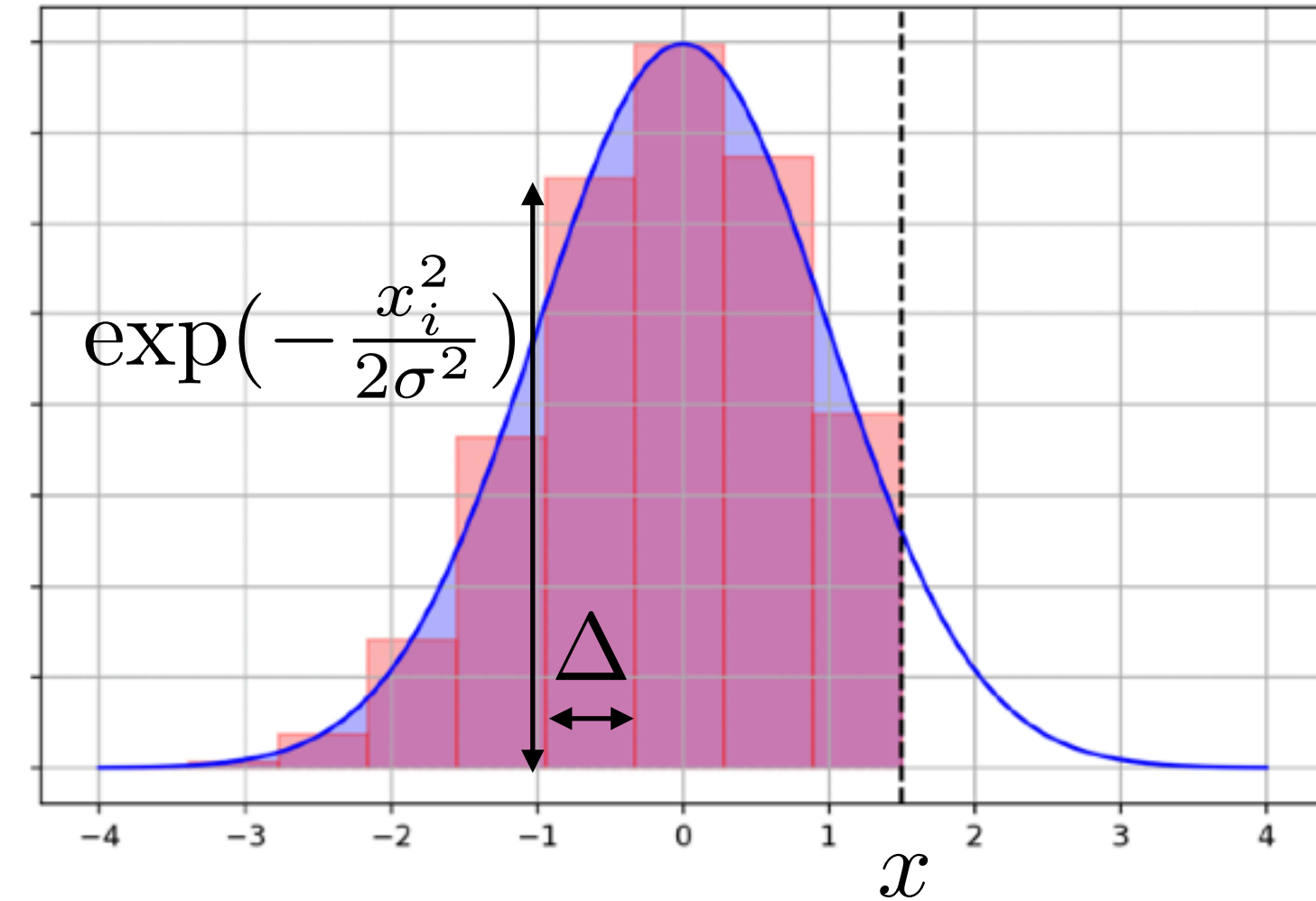


l'intégrale ?

l'exponentielle ?



3. Approcher l'intégrale avec des rectangles  $\approx \sum_{i=1}^{10} \Delta \exp(-\frac{x_i^2}{2\sigma^2})$



Beaucoup de calculs à la main...



Calcul d'intégrale pré-VM

Comment on calcule  $\Phi(\frac{30}{50})$  en 1902 ?

$$\Phi(x) \stackrel{\text{def}}{=} \mathbb{P}(Z \leq x) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}\sigma} \int_{-\infty}^x e^{-\frac{x^2}{2\sigma^2}} dx$$

Comment calculer  $\pi$  ?

1.  $\pi = \arctan(1)$  et  $\arctan(x) = x - \frac{x^3}{3} + \frac{x^5}{5} - \frac{x^7}{7} + \dots$

La racine ?

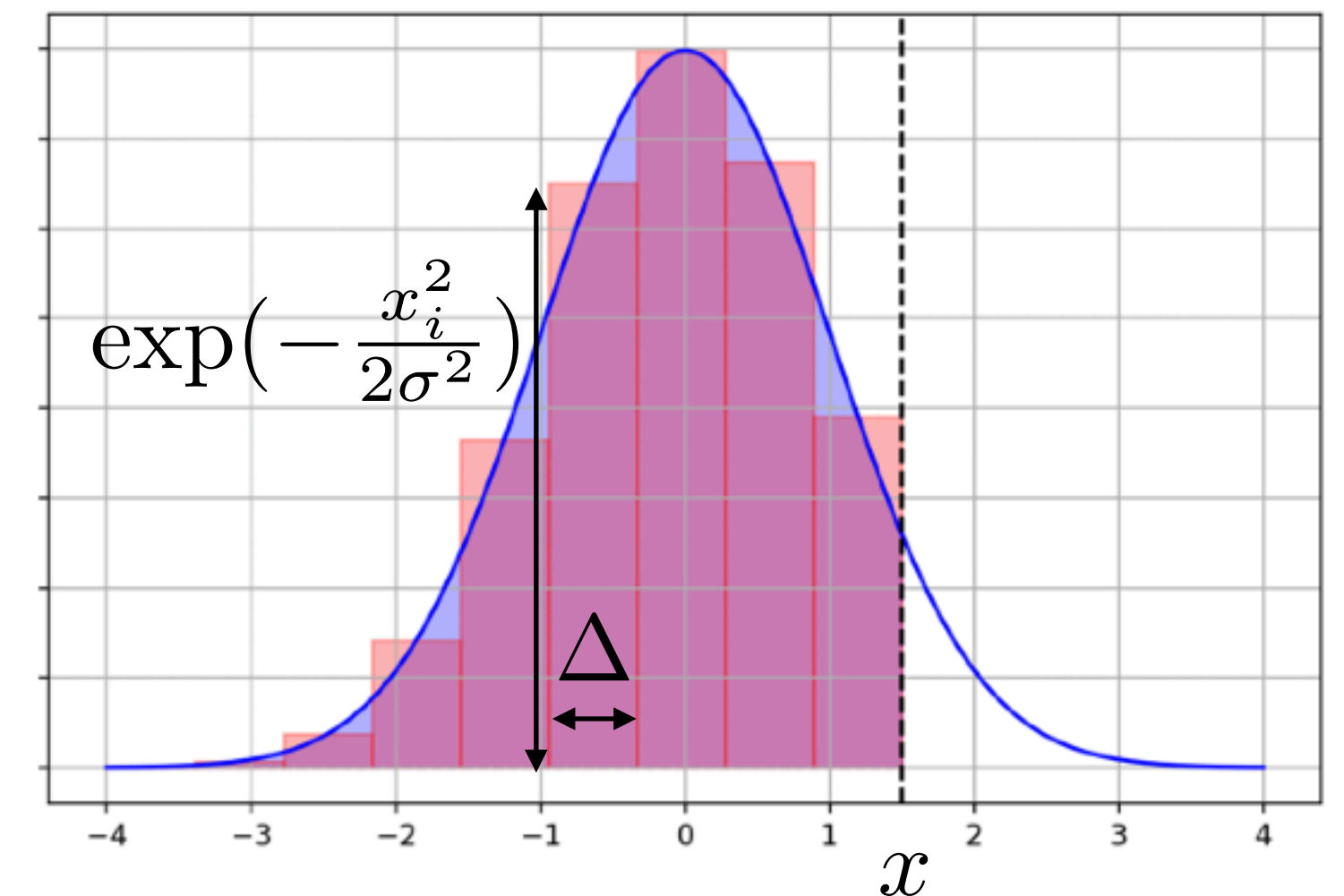
2. La suite de Newton  $a_{n+1} = \frac{1}{2} \left( a_n + \frac{A}{a_n} \right)$  converge vers  $\sqrt{A}$ .

l'intégrale ?

3. Approcher l'intégrale avec des rectangles  $\approx \sum_{i=1}^{10} \Delta \exp(-\frac{x_i^2}{2\sigma^2})$

l'exponentielle ?

4. Calculer les exp:  $\exp(x) = 1 + x + \frac{x^2}{2!} + \frac{x^3}{3!} + \dots$



Beaucoup de calculs à la main...



1. Pourquoi Monte-Carlo ? (Exemple de modèle hiérarchique)
2. Introduction à la méthode Monte-Carlo (historique, PRNG)
3. Algorithmes de simulation i.i.d (PRNG, transformation, rejet)
4. Méthodes MCMC (Gibbs, Metropolis)
5. Diagnostics de convergence MCMC
6. Méthodes MCMC avancées (Langevin, HMC, NUTS)



“Un *computer*” à l’époque était un travail:

