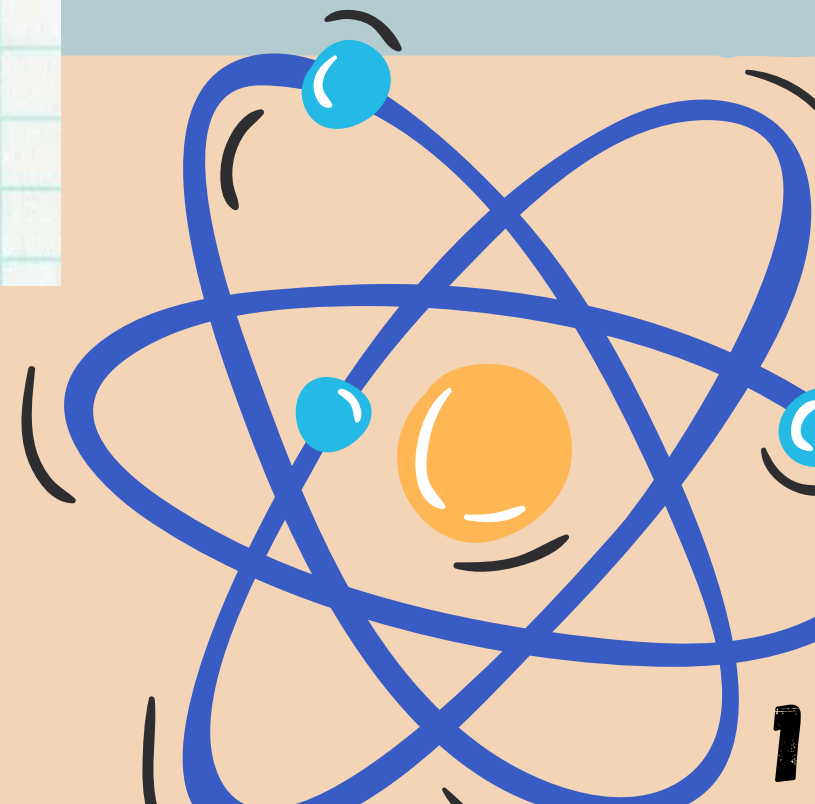


**EN QUOI LA MODÉLISATION DE
L'EXPÉRIENCE DE DIFFUSION À
L'AIDE D'UN Puits DE
POTENTIEL EST PERTINENTE
ET QUELLES EN SONT LES
LIMITES ?**





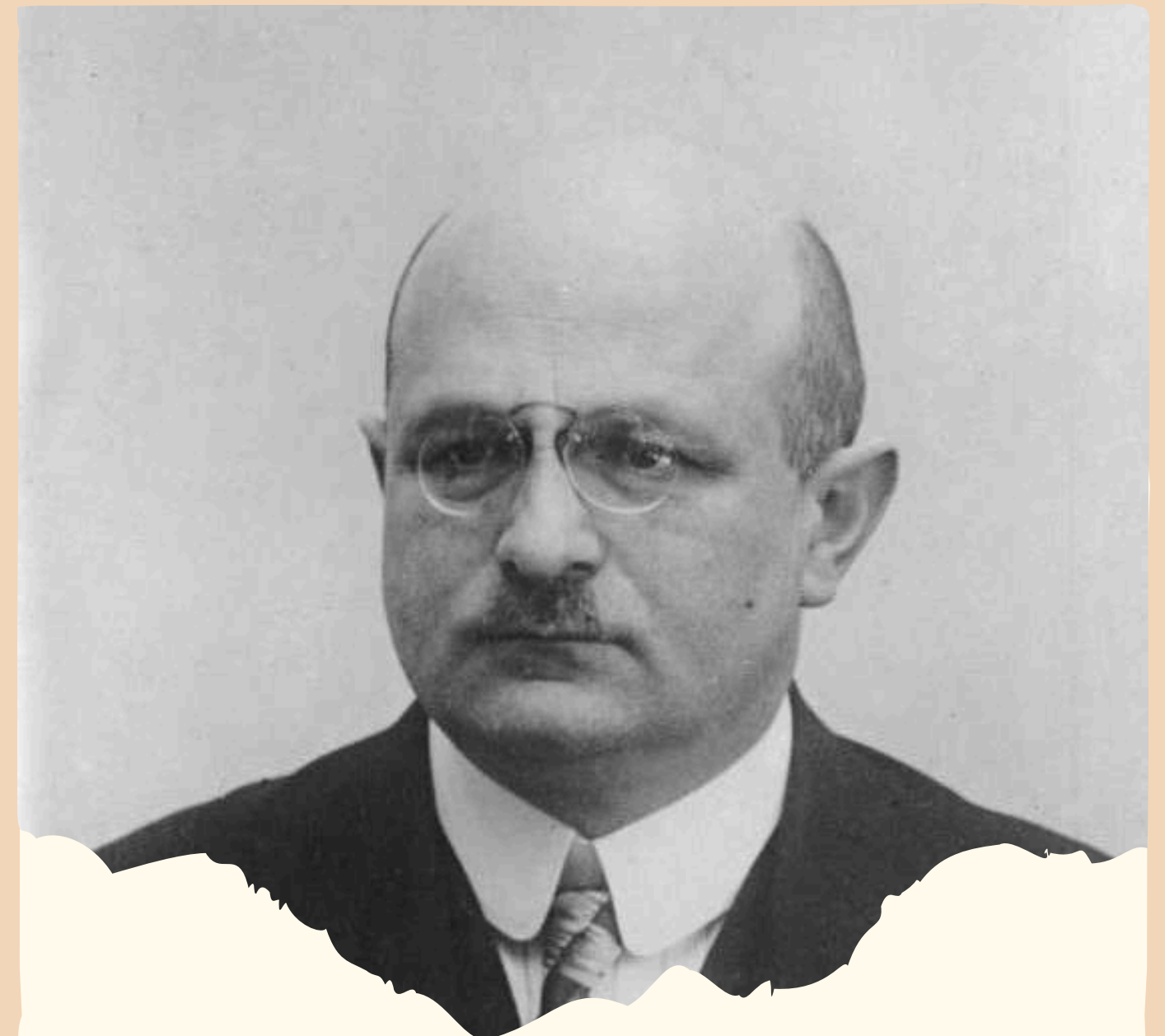
SOMMAIRE

- Définition de l'effet Ramsauer-Townsend
- Modélisation par un puits de potentiel carré fini
- Calculs des états stationnaires associés
- Comparaison avec les mesures expérimentales
- Les limites de la modélisation
- Conclusion



L'EFFET RAMSAUER-TOWNSEND : UN PHÉNOMÈNE QUANTIQUE SURPRENANT

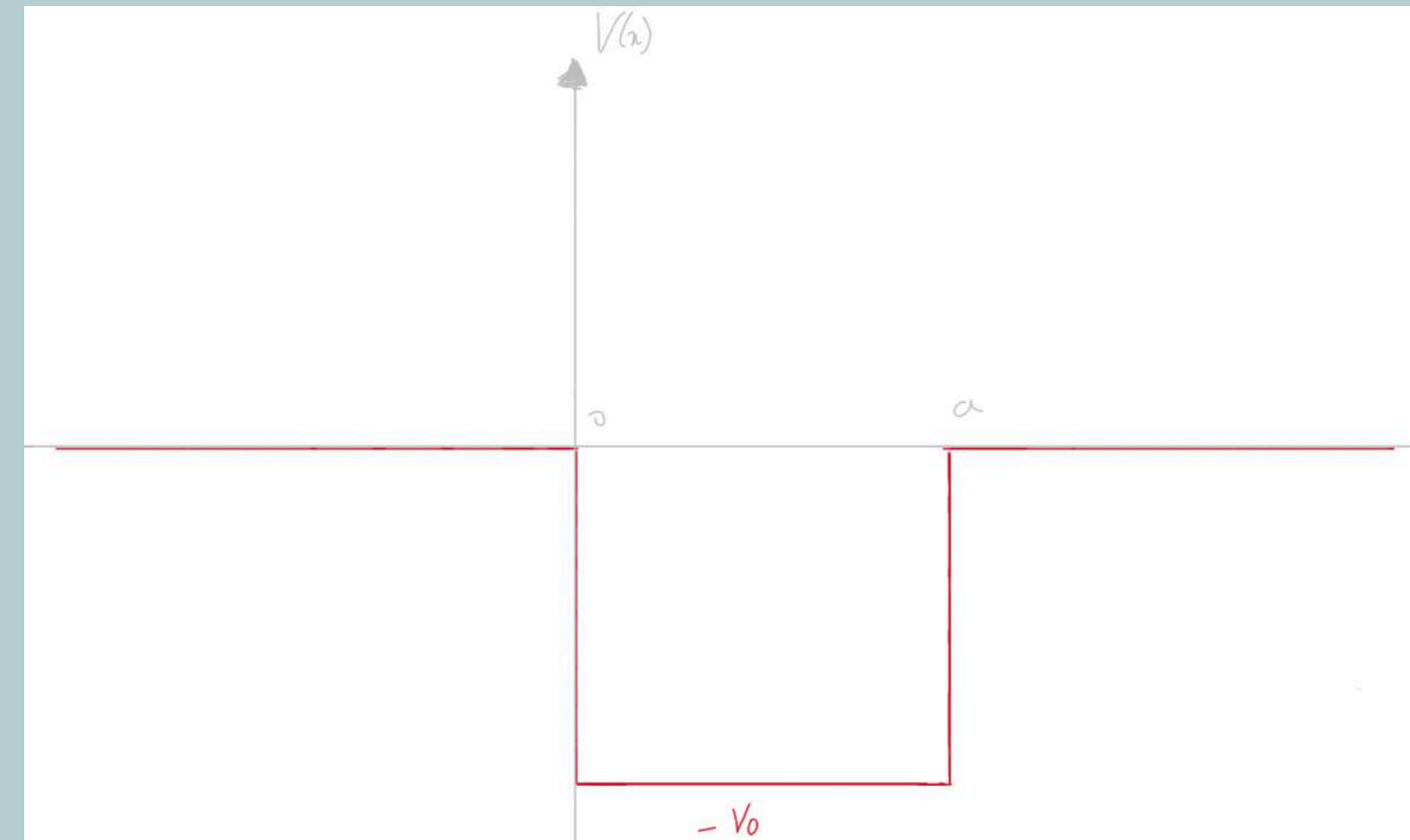
- Observé en 1921 par Carl Ramsauer
- Diffusion d'électrons sur des atomes de gaz nobles
- La section efficace de diffusion chute à certaines énergies
- Phénomène inexplicable classiquement
- Nécessite une modélisation quantique avec interférences
- Objectif : comprendre ce phénomène grâce à un modèle quantique simple.



Carl Ramsauer

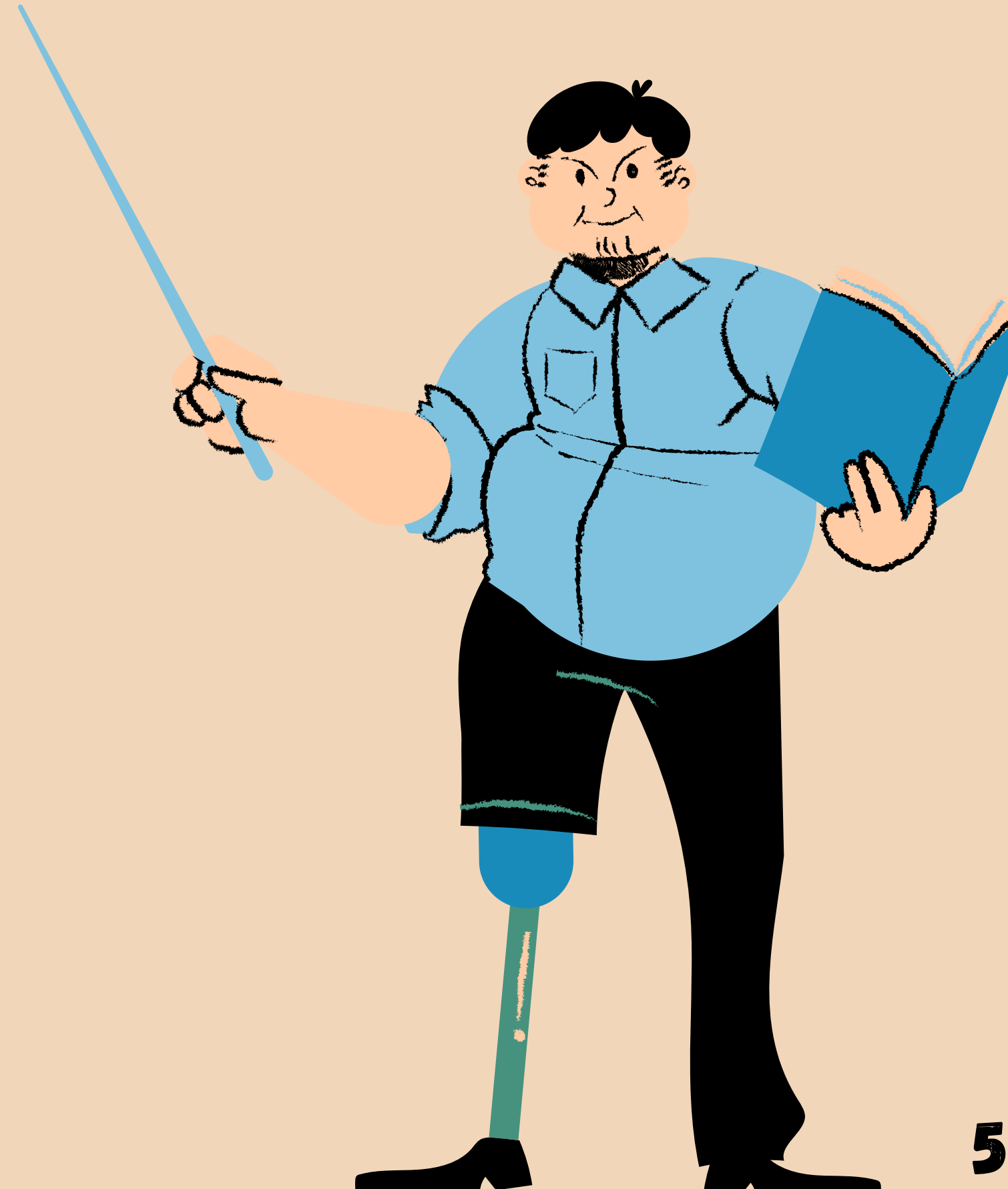
POURQUOI MODÉLISER AVEC UN PUITS DE POTENTIEL ? – IDÉE DE BASE

- En mécanique quantique, une particule = une onde (fonction d'onde)
- Son évolution est décrite par l'équation de Schrödinger
- Le puits de potentiel = zone où l'énergie est plus basse
- Permet de modéliser une interaction localisée
- Simple à résoudre, analytique ou numérique



PERTINENCE DU MODÈLE POUR L'EFFET RAMSAUER

- Interférences entre ondes réfléchies et transmises
- À certaines énergies \rightarrow interférences constructives / destructives
- Transmission quasi parfaite : transparence quantique
- Section efficace de diffusion proche de zéro
- Modèle capable de reproduire ce comportement

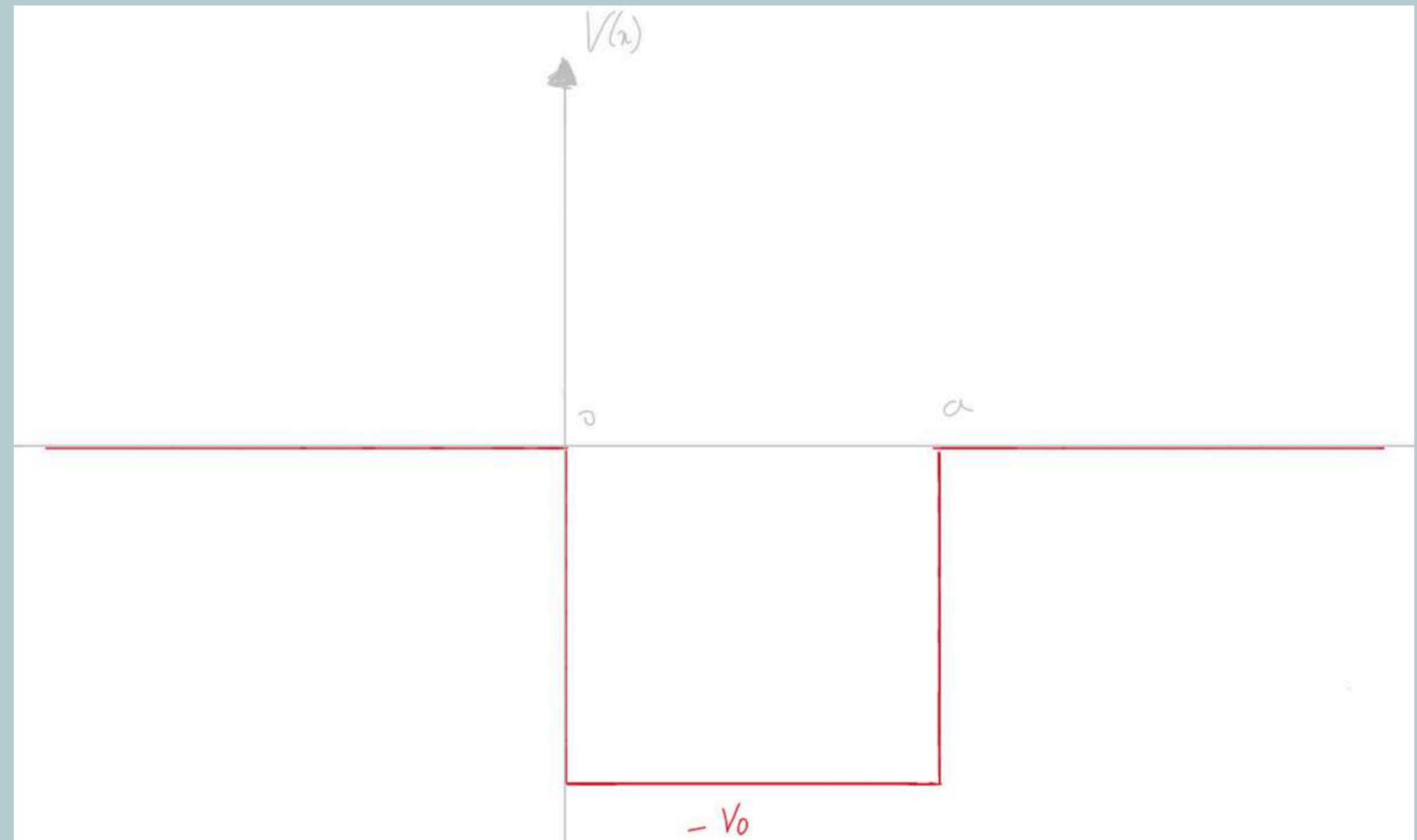


MODÉLISATION – LE PUIITS CARRÉ 1D

POTENTIEL 1D :

$$V(x) = \begin{cases} 0 & \text{si } x < 0 \\ -V_0 & \text{si } 0 \leq x \leq a \\ 0 & \text{si } x > a \end{cases}$$

- Potentiel carré fini en 1D
- 3 régions :
 - Avant le puits (potentiel nul)
 - Dans le puits (potentiel négatif)
 - Après le puits (potentiel nul)
- Résolution de l'équation de Schrödinger indépendante du temps
- Conditions aux limites : continuité de Ψ et Ψ'



CALCUL DES ÉTATS STATIONNAIRES

- Résolution dans chaque région
- Application des conditions de continuité
- Détermination des coefficients :
 - Réflexion
 - Transmission
- Apparition de niveaux d'énergie quantifiés (états liés)
- Transmission dépendante de l'énergie



CALCUL DES ÉTATS STATIONNAIRES

FONCTIONS D'ONDE

Equation de Schrödinger indépendante du temps :

$$-\frac{\hbar^2}{2m} \frac{d^2 \Psi(x)}{dx^2} + V(x) \Psi(x) = E \Psi(x)$$

Pour $x < 0$:

$$\phi_1(x) = A_1 e^{ikx} + B_1 e^{-ikx}$$

Pour $x \in]0; a[$:

$$\phi_2(x) = A_2 e^{iqx} + B_2 e^{-iqx}$$

Pour $x > a$:

$$\phi_3(x) = A_3 e^{ikx}$$



CONDITION DE CONTINUITÉ

$$\begin{cases} \phi_1(0^-) = \phi_2(0^+) \\ \phi_1'(0^-) = \phi_2'(0^+) \\ \phi_2(a^-) = \phi_3(a^+) \\ \phi_2'(a^-) = \phi_3'(a^+) \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} A_1 + B_1 = A_2 + B_2 \\ k(A_1 - B_1) = q(A_2 - B_2) \\ A_2 e^{iqa} + B_2 e^{-iqa} = A_3 e^{ika} \\ q(A_2 e^{iqa} - B_2 e^{-iqa}) = k A_3 e^{ika} \end{cases}$$

TRANSMISSION

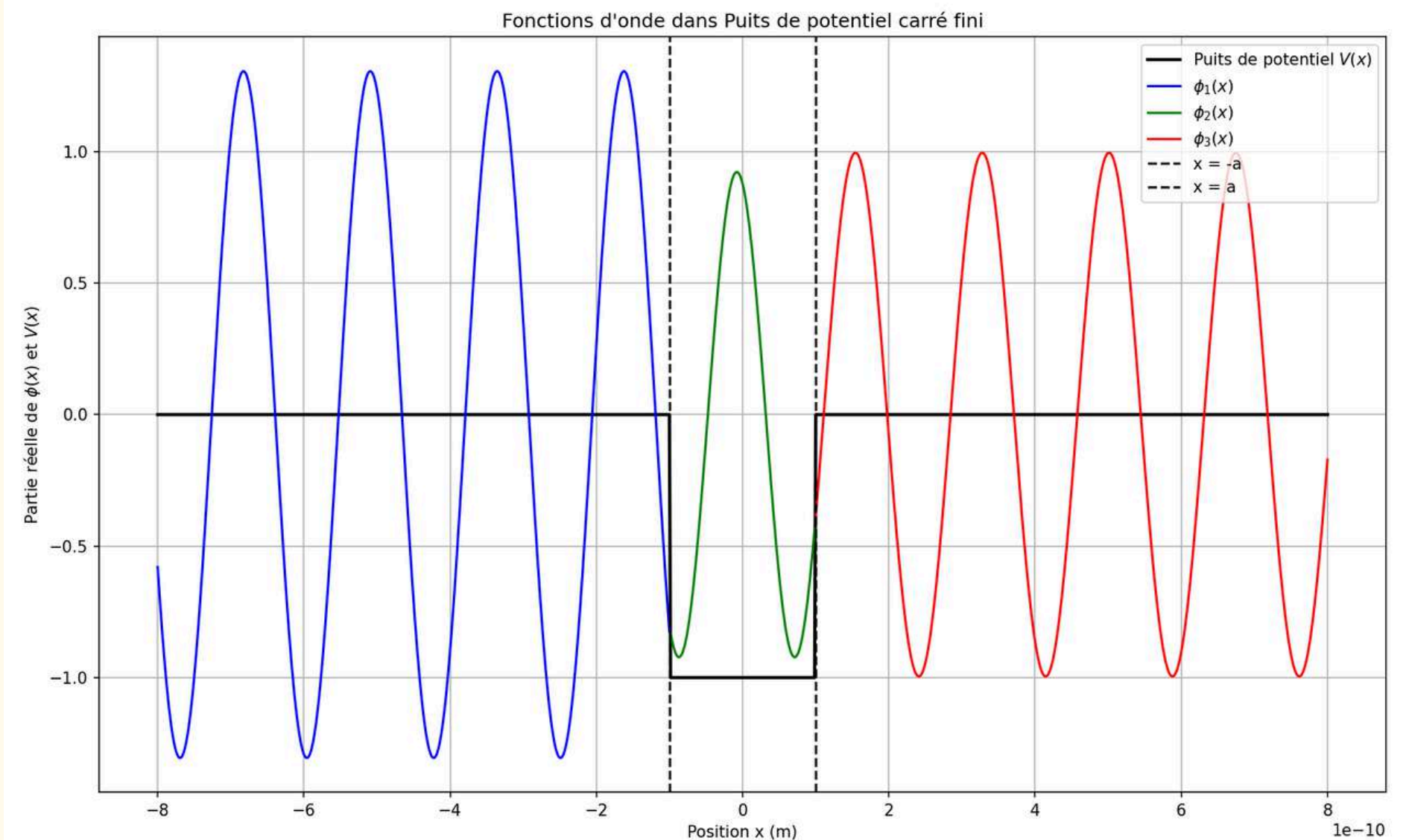
$$T = \left| \frac{A_3}{A_1} \right|^2$$

RÉSULTATS DE LA MODÉLISATION DES FONCTIONS D'ONDE

RAYONNEMENT

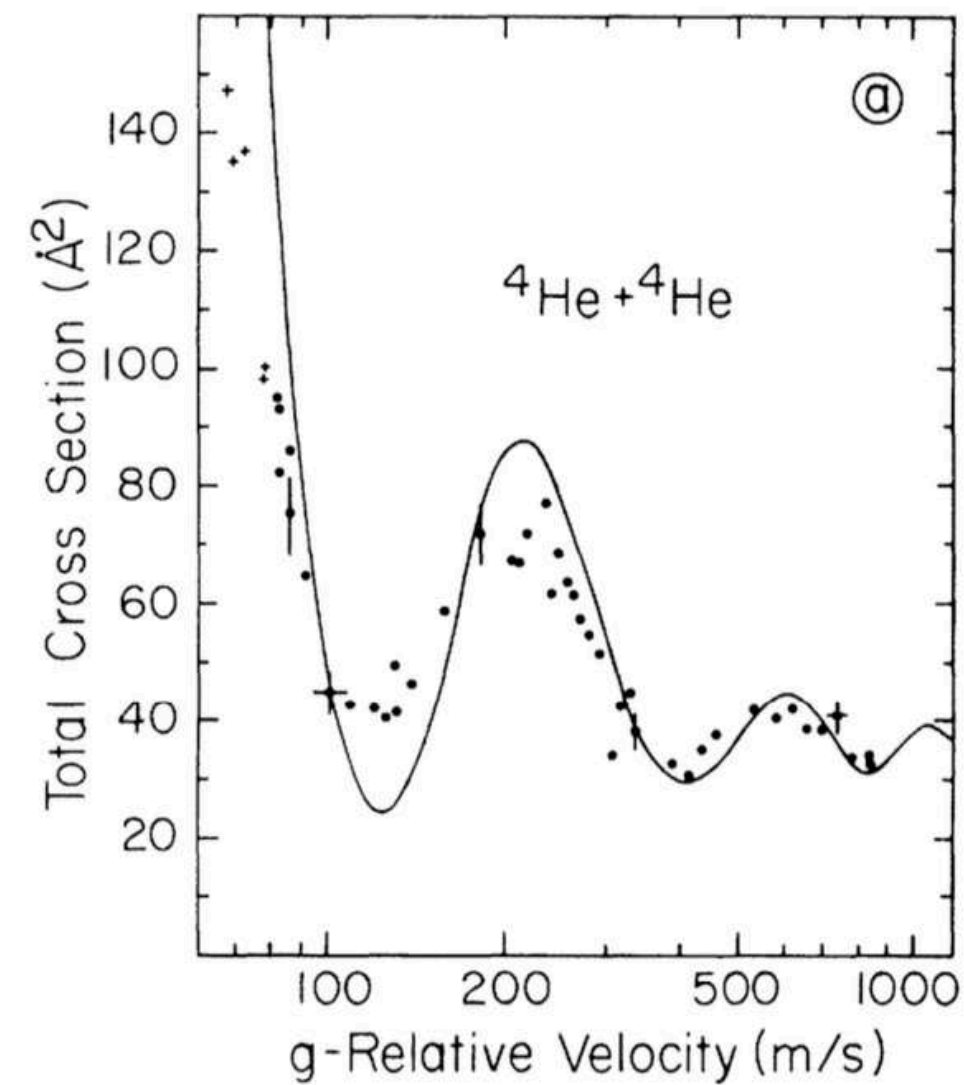
- États liés \rightarrow niveaux d'énergies quantifiés.
- Transmission dépendante de l'énergie.
- Coefficient de transmission proche de 1 à certaines énergies = effet Ramsauer.

MODÈLE DE Puits CARRÉ FINI

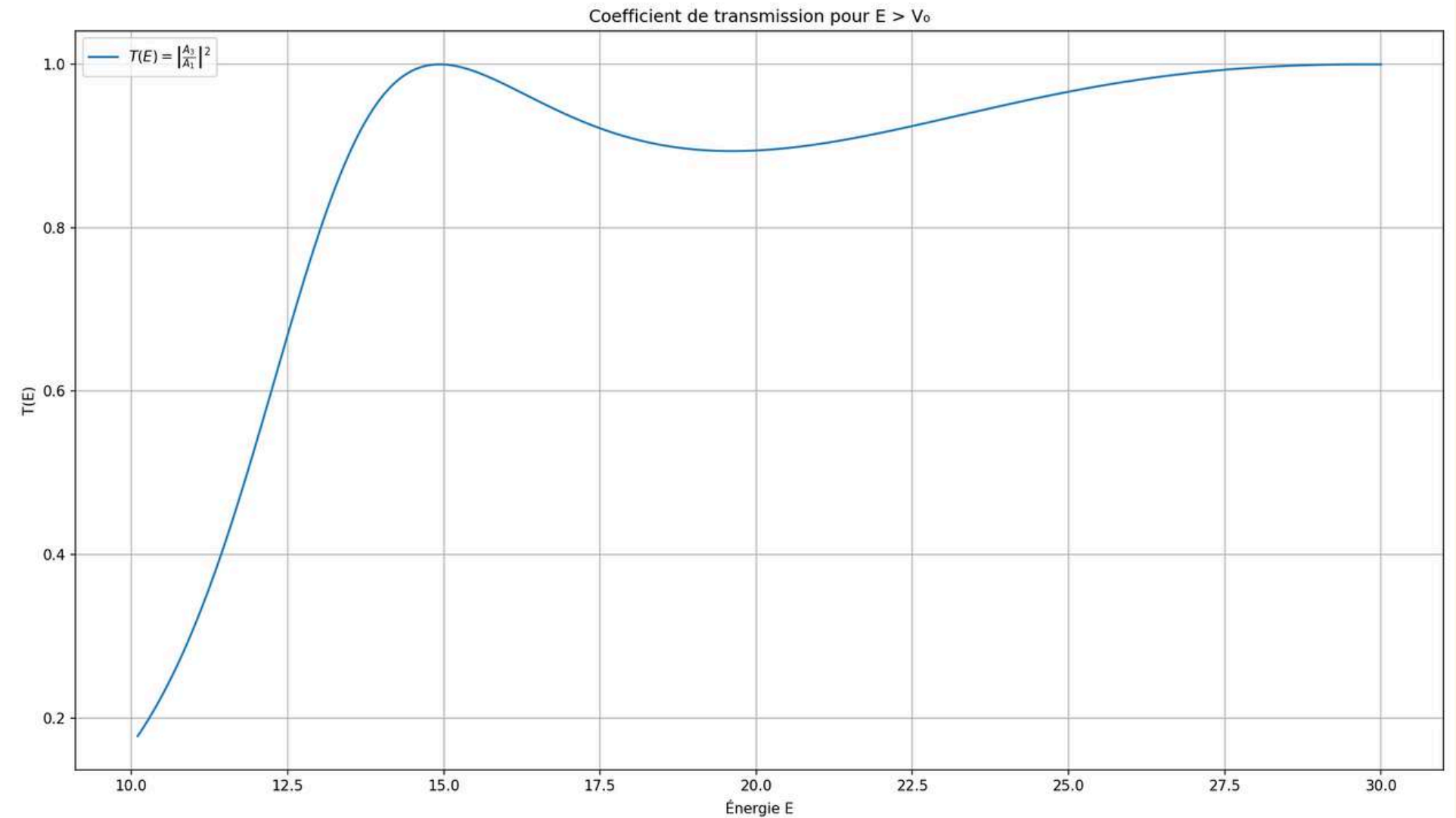


RÉSULTATS – TRANSMISSION ET TRANSPARENCE

MESURES EXPÉRIMENTALES



COURBE DE TRANSMISSION

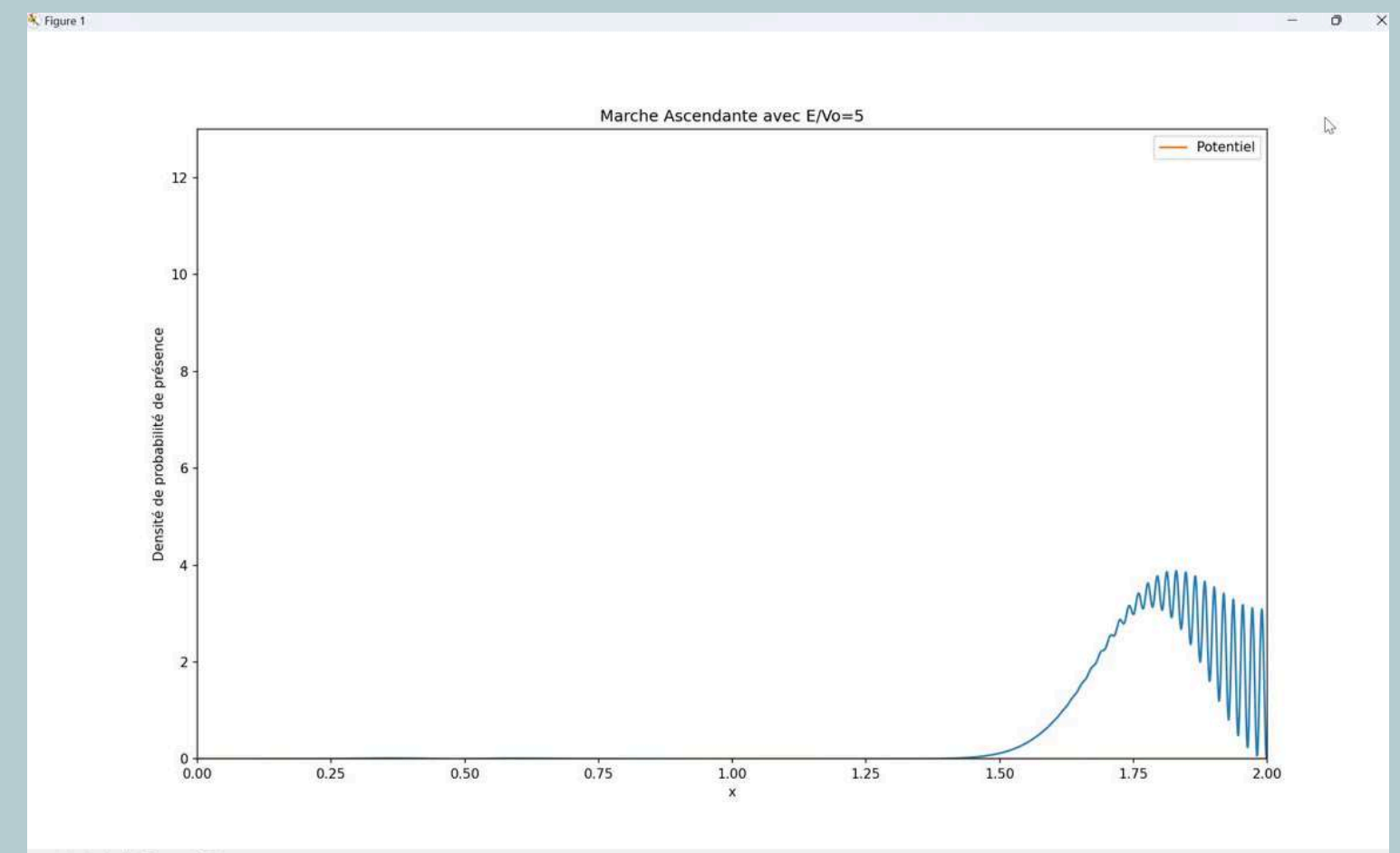


LIEN AVEC L'EFFET RAMSAUER-TOWNSEND

- Le puits de potentiel explique la disparition de la diffusion :
- Les ondes s'ajoutent constructivement → transparence.
- On retrouve des minima de section efficace comme dans l'expérience.

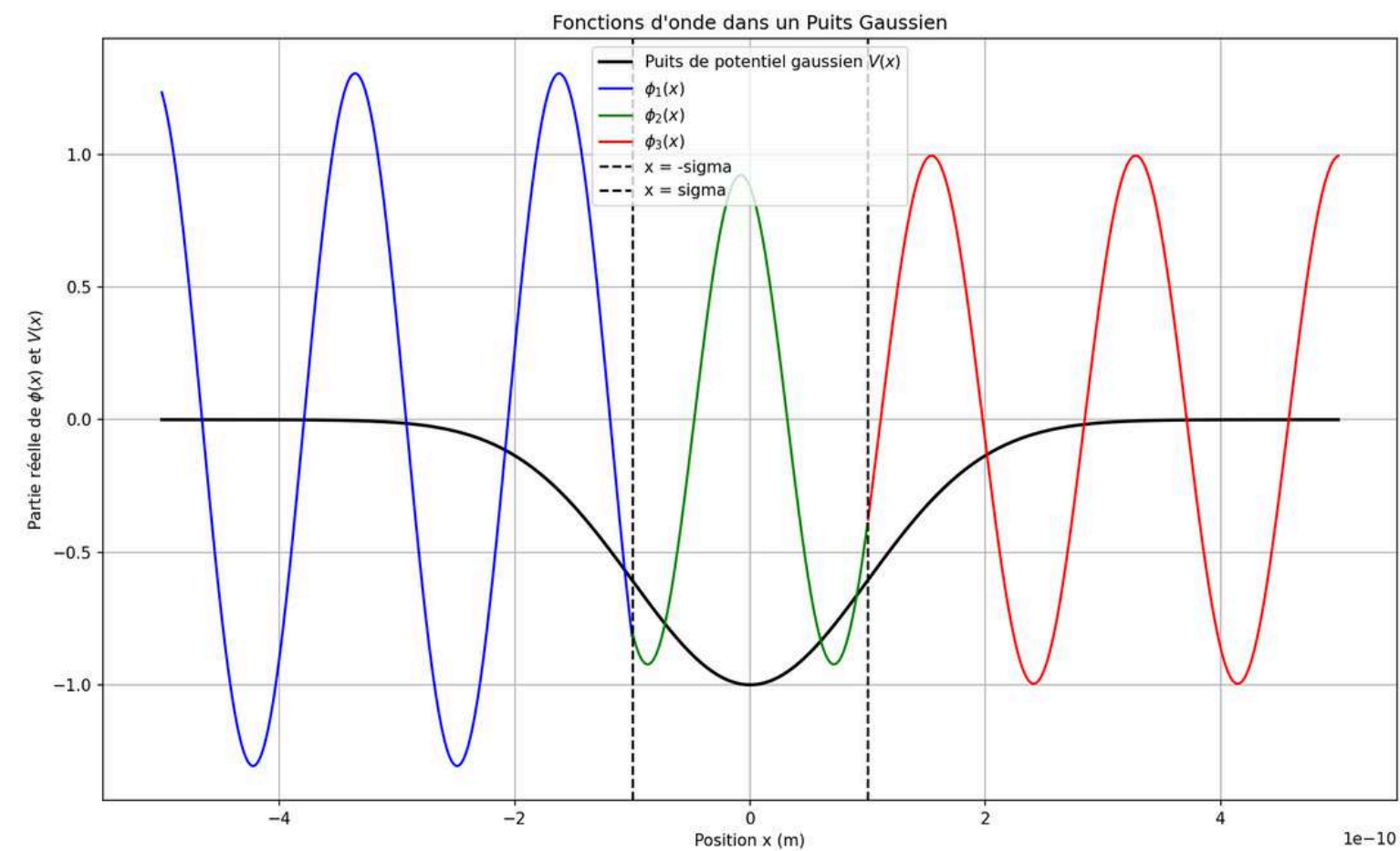
LIMITES DU MODÈLE DU PUITS DE POTENTIEL

- Unidimensionnel : pas de modélisation de l'angle de diffusion
- Potentiel idéalisé : ne reflète pas la structure réelle de l'atome
- Statique : ne prend pas en compte la dynamique des paquets d'ondes
- Ajustements empiriques : les paramètres (V_0 , L) sont choisis a posteriori
- Nécessité de modèles plus sophistiqués pour aller plus loin
- Interférences multiples non prises en compte

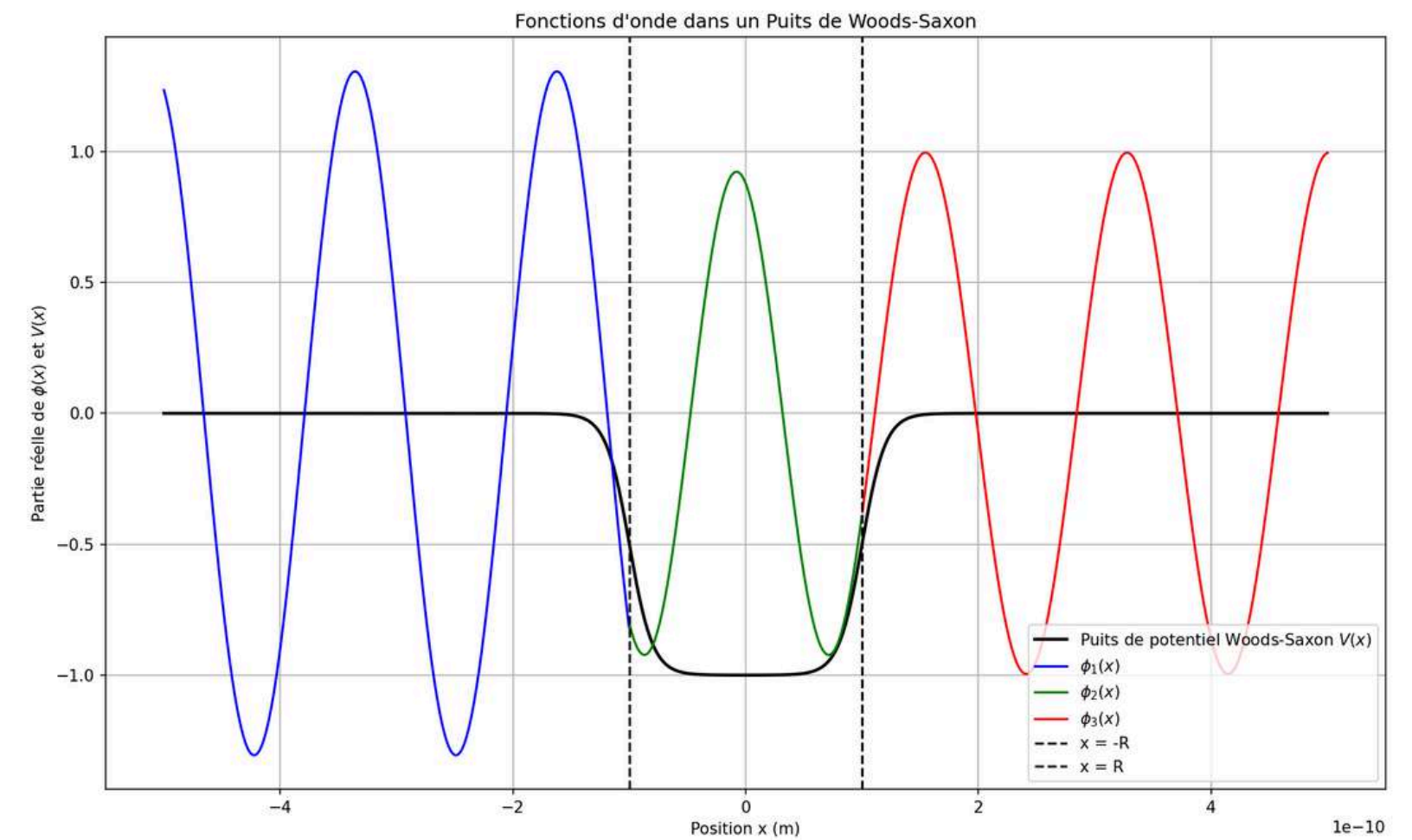


MODÈLES PLUS RÉALISTES

GAUSSIEN



WOODS-SAXON



CONCLUSION

LE Puits DE POTENTIEL

- Modèle simple et pédagogique
- Permet d'expliquer qualitativement l'effet Ramsauer

LIMITES DU MODÈLE

- Modèle unidimensionnel
- Potentiel idéalisé
- Modèle statique (non dynamique)
- Effets d'interférences multiples non pris en compte