

$|H \otimes \rho\rangle$

# Livre de règles

Retourne-moi pour découvrir  
la physique derrière le jeu!



## Matériel de jeu

- 3 plateaux de jeu [recto-verso]
- 28 jetons électrons [7 par couleur]
- 15 jetons d'effets [3 par type]
- 8 jetons énergie
- 4 cartes électrode [1 par couleur]
- 2 cartes Hamiltonien [recto-verso]
- 7 cartes effets [recto-verso]
- 36 cartes site



Retrouve les  
règles et vidéos  
en ligne!



## Introduction

Vous êtes des chercheurs en physique. Malheureusement, un accident a eu lieu : une machine d'expérimentation de pointe est fichue suite à des mauvaises manipulations. Chacun doit prouver qu'il n'est pas responsable de l'erreur fatale, car les subventions sont en jeu!

**Alors, retrousses vos manches et  
faites chauffer les électrodes !**

## Principe du jeu

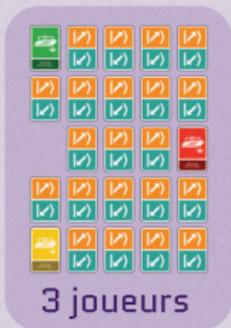
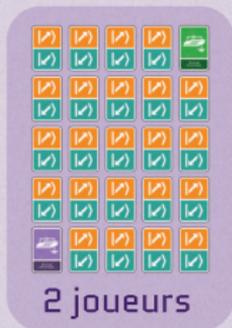
Chacun leur tour, les joueurs vont déplacer les électrons de leur couleur au travers les cartes *site* qui forment le plateau pour tenter d'atteindre la carte *électrode* d'un autre joueur. À chacun de leurs tours, les joueurs auront 2 mouvements à choisir. Il suffit de placer au moins **un** électron dans un électrode adverse pour terminer la partie.

Le joueur dont l'*électrode* est atteinte a perdu. Les autres sont saufs... pour cette partie!



## Mise en place du jeu

Crée un plateau en disposant les cartes *site* en grille carrée comme indiqué ci-dessous. Avec quatre joueurs, vous jouez individuellement mais collaborez en équipes de deux pour atteindre **n'importe quelle** électrode de l'équipe adverse.

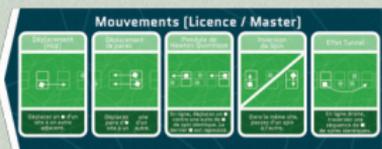


Remplace les cartes de site par des cartes d'électrode selon le nombre de joueurs indiqué. Place les 7 jetons électrons de la même couleur sur la carte correspondante.

**Choisis maintenant ton niveau académique et réfère-toi à la bonne section!**

## Niveau licence

Place le plateau *mouvements* du côté *licence/master*, et les pions des joueurs à côté. Pose le plateau *Hamiltonien* sans aucune carte dessus.



## Règles générales

- Tous les électrons commencent sur la carte *électrode* du joueur correspondant.
- Les cartes *site* sont séparées en deux parties: un spin haut [partie orange] et un spin bas [partie bleue].

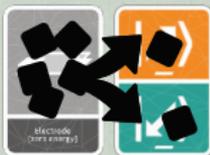


Spin bas



- Il ne peut jamais y avoir plus d'un électron [de n'importe quelle couleur] sur le même spin d'un site.

- Lorsque tu déplaces un électron hors de ta carte *électrode*, tu peux choisir sur quel spin il arrive.



- Les mouvements impliquent toujours des spins identiques, sauf bien sûr celui appelé *inversion de spin*.

- Tous les *mouvements* doivent toujours se faire dans les directions de la grille (ici, verticale et horizontale) et ne peuvent pas changer en cours de mouvement.



## Déroulement de la partie

Fais tourner la boîte, la direction de la flèche sous |Hop> détermine le premier joueur.

Chaque joueur joue à tour de rôle [anti-horaire]

- **Blocage:** Avant ton tour, l'adversaire à gauche bloque un *mouvement* en plaçant ton meeple dessus.
  - Le *mouvement* ne peut pas être utilisé ce tour-ci.
  - Le même *mouvement* ne peut pas être bloqué deux fois.
- **Mouvements:** Tu peux effectuer un maximum de 2 *mouvements* par tour à partir du plateau *mouvements*.



## Mouvements

Chaque *mouvement* doit être initié par l'un de tes électrons, mais peut affecter ceux des autres joueurs et servir à entrer/sortir d'une *électrode*.

**Déplacement:** Détruis un électron et recrée-le sur un site voisin avec le même spin. Cela équivaut à déplacer l'électron vers un site adjacent, verticalement ou horizontalement.





**Déplacement de paire:** Détruis une paire d'électrons sur le même *site* et recrée-la sur un *site* adjacent. Ce *mouvement* n'est pas autorisé si l'un des deux spins visés est déjà occupé.

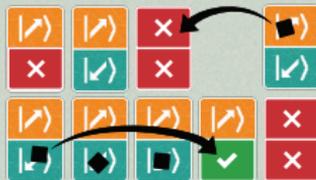
### Pendule quantique de Newton:

Déplace un électron vers une séquence d'électrons de même spin. Le dernier électron de la séquence est poussé, nécessitant un espace vide à la fin.



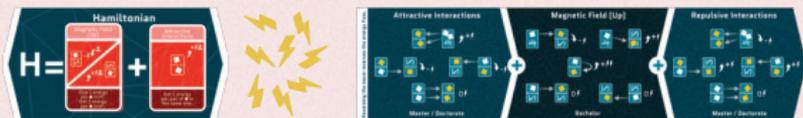
**Inversion de spin :** Sur le même *site*, échange la spin d'un électron unique si le spin cible est vide.

**Tunnel quantique :** Détruis un électron dans une ligne d'électrons ayant le même spin. Recrée-le à la fin, dans le premier *site* disponible.



## Niveau master

Place la carte de *champ magnétique* et/ou la carte d'*interaction attractive* sur le plateau *Hamiltonien*. Dispose le plateau des effets, tel qu'illustré ci-dessous, autour de la grille de jeu. Cela servira de rappel pour les règles de conservation de l'énergie.



À deux joueurs, chacun commence avec 2 jetons d'énergie, tandis qu'à trois ou quatre joueurs, chacun commence avec 1 énergie. Place les énergies restants près du Hamiltonien [accès facile].

## Règles générales [en plus]

- Lors de l'utilisation d'un *mouvement*, l'énergie doit être équilibrée selon le *Hamiltonien*.
- Dans une électrode, l'énergie est toujours nulle [il n'y a pas de Hamiltonien].



## Hamiltonien et énergie

Le *Hamiltonien* détermine l'énergie des électrons sur la grille et est composé de deux termes.

### Champ magnétique:

Dépense 1 énergie pour créer un électron en spin haut. Récupère 1 énergie en le détruisant.



Reçois 1 énergie en créant un électron en spin bas. Dépense 1 énergie pour le détruire.

### Quelques exemples pratiques:

Aucun échange d'énergie n'est requis. L'électron a été détruit mais recréé avec le même spin sur un site différent.



Pendant cette *inversion de spin*, reçois 2 énergies pour détruire un électron en spin haut et le recréer en spin bas.

## Interactions attractives :

Reçois 1 énergie en plus lors de la création d'une paire d'électrons sur un site.



Dépense 1 énergie en plus pour briser une paire d'électrons.



## Interactions répulsives:

Dépense 1 énergie en plus lors de la création d'une paire d'électrons sur un site.



Reçois 1 énergie en plus lorsque tu brises une paire d'électrons



## Autres exemples:



Aucun échange d'énergie n'est requis car il y a toujours le même nombre de paires en jeu. Tu as reçu et dépensé la même énergie.

## Déroulement de la partie

Chaque joueur joue à tour de rôle [anti-horaire]

- **Blocage.**
- **Mouvements.**
- **Conservation de l'énergie:** À chaque *mouvement*, tu dois équilibrer l'*énergie* en fonction du plateau *Hamiltonien*.
  - Si tu n'as pas assez d'*énergie* [chez toi ou sur la table], tu ne peux pas effectuer le *mouvement*.
  - La couleur des électrons n'a pas d'importance pour le *Hamiltonien*.



Grâce à la campagne de financement participatif, tu peux découvrir la réelle physique du jeu directement au dos de ce livret de règles!

## Niveau doctorat

Place le plateau des *effets* du côté des emplacements de cartes et dispose-y les cartes d'*effets* aléatoirement. La face visible est aussi aléatoire. Place les jetons d'*effets* à côté. Enfin, retourne le plateau *mouvements* du côté *doctorat*.



**Attention:** Le *effet tunnel* n'est plus un *mouvement* et est remplacé par la *soutenance de thèse*.

## Mouvements [en plus]

**Soutenance de thèse :** Te permet d'activer un ou plusieurs *effets* en payant l'*énergie* correspondante au prix indiqué sur le plateau *effets*. Ces *effets* peuvent être activé à tout moment de ton tour.

## Déroulement de la partie

Chaque joueur joue à tour de rôle [anti-horaire]

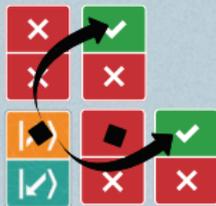
- **Blocage.**
- **Mouvements.**
- **Conservation de l'énergie** [sauf *soutenance de thèse*].
- **Effets:** Après avoir activé la *soutenance de thèse*, tu peux déclencher un ou plusieurs *effets* tant que tu as assez d'*énergie* en main pour payer leur coût.
  - Le coût d'un effet est déterminé par sa position sur le plateau *effets*.
  - Les *effets* ne sont pas soumis à la conservation de l'énergie.
  - Chaque *effet* est utilisable sans délai une seule fois par tour.
  - Après le tour, les *effets* utilisés vont vers les positions les plus coûteuses, tandis que les restants vont vers des positions moins coûteuses.



## Effets

Les *effets oranges* permettent de placer des jetons permanents sur le plateau. Ils ne peuvent ni affecter les *électrodes*, ni se combiner sur le même *site*. On peut détruire ces jetons soit en utilisant l'*effet* qui les crée, soit en retirant un *site* qu'ils touchent.

**Effet tunnel:** Identique au *mouvement* dans les niveaux précédents, mais n'est plus soumis à la conservation de l'énergie.



### Déplacement à longue distance:

Détruis et recrée un électron à deux *sites* de distance tout en préservant son spin. Il est possible de passer à travers un *site* occupé par un autre électron.

**Vacance / Impureté :** Retire ou ajoute un *site* à la grille. Une *électrode* ne peut jamais être isolée des autres. Si des électrons sont présents sur le *site* retiré, ils retournent sur leur *électrode*.



**Piège de Penning:** Place le jeton de piège sur un site choisi. Les électrons peuvent entrer sur le site, mais aucun électron ne peut en sortir tant que le piège est en place.

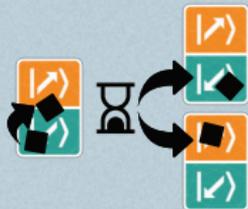


**Court-circuit:** Vole 1 énergie au joueur ciblé.

**Diffusion:** Échange deux électrons avec le même spin sur des sites adjacents.



**Superposition :** Place un électron entre les deux états de spin [superposé]. Dès qu'un mouvement ou un effet nécessite de connaître la position de l'électron, celui qui a joué la *superposition* choisit le spin où va se placer l'électron. Si le spin choisi rend l'action impossible, l'action est perdue.



**Source de chaleur:** Place le jeton de *chaleur* sur un *site* choisi. À la fin de chaque tour, l'électron avec le spin bas va sur le spin haut. Quand il y a deux électrons sur le *site*, le joueur qui vient de finir son tour peut décider de les échanger.



**Résistance:** Place le jeton *résistance* entre deux *sites*. Désormais, chaque fois qu'un joueur déplace un ou plusieurs électrons entre ces deux *sites*, il doit prendre 1 d'énergie sur le plateau. L'*effet tunnel* ne permet pas de gagner de l'énergie ainsi.

**Ionisation :** Élimine un électron sur un *site*.



Site	Site	Site	Site
1. Site de départ	2. Site de destination	3. Site de destination	4. Site de destination

**Seuil de mobilité:** Te permets de faire un *mouvement* supplémentaire, y compris celui qui t'a été bloqué pendant ce tour.



**Vortex supraconducteur:** Place un jeton de *vortex* entre quatre *sites* dans la direction de ton choix [horaire ou antihoraire]. À la fin de chaque tour, tous les électrons sur les *sites* affectés se déplacent d'une place dans la direction du vortex.

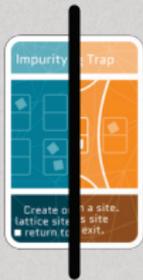
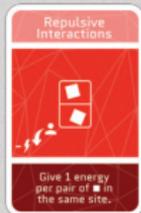
**Cavité micro-ondes:** Place un jeton *cavité* entre deux *sites*. À la fin de chaque tour, les électrons sur le site initial se déplaceront, si possible, sur le site indiqué par la flèche.



**Énergie du point zéro:** Tous les autres joueurs doivent reposer 1 *énergie* sur la table.

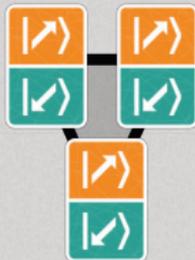
## Variantes du jeu

Vous pouvez expérimenter avec différentes combinaisons de *Hamiltonien*. En général, les *interactions répulsives* rendent le jeu plus difficile.



Chaque carte d'effet possède des effets différents au recto et au verso. Cela offre 128 combinaisons d'effets à découvrir!

Tu peux jouer avec d'autres formes de grille. Pourquoi ne pas essayer une grille triangulaire ou même hexagonale? La grille triangulaire permet un jeu plus rapide!



Découvrez plus de variations et de règles étendues sur:

[hopquantumgame.com](http://hopquantumgame.com)