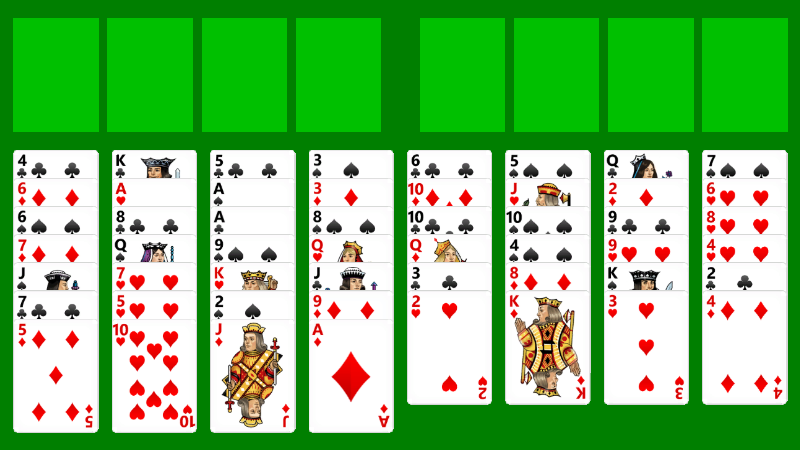
FreeCell

# Présentation

Jeu de cartes en solitaire. Se joue avec un jeu classique de 52 cartes, mais je prévois de pouvoir ajouter une figure par couleur (comme le Cavalier du jeu de tarot) pour passer à 56 cartes.

Le plateau est composé ainsi :



Les quatre cellules en haut à gauche sont appelées Cellules Libres (Free Cells)

Les quatre cellules en haut à droite sont appelées Rangements.

Les huit colonnes du dessous sont de longueurs variables.

Initialement, les 52 cartes sont disposées face visible dans les 8 colonnes du dessous, à raison de 7 cartes dans les 4 premières colonnes, 6 cartes dans les 4 dernières.

Dans le jeu à 56 cartes, initialement chaque colonne contiendra 7 cartes.

Chaque carte a :

* Une hauteur : As, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, Valet, Dame, Roi (pour la version 52 cartes)
* Une hauteur : As, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, Valet, Cavalier, Dame, Roi (pour la version 56 cartes)
* Une famille : Cœur, Carreau, Pique, Trèfle
* Une couleur : Rouge, Noir, déduite de la famille
  + Cœur, Carreau 🡪 Rouge
  + Pique, Trèfle 🡪 Noir

# Les mouvements de base

* Seule une carte « à découvert » peut être déplacée
* Une carte « à découvert » peut être déplacée dans une cellule libre vide
* Une carte « à découvert » peut être déplacée en haut d’une colonne vide
* Une carte « à découvert » peut être déplacée en bas d’une colonne non vide si elle « précède » la carte actuellement en bas de cette colonne non vide
* Un As « à découvert » peut être déplacé dans un rangement vide
* Une carte autre que As « à découvert » peut être déplacée dans un rangement si celui-ci n’est pas vide et que la carte « succède » à celle du rangement.

Une carte est « à découvert » si elle est dans une cellule libre ou en bas d’une colonne.

Une carte A « précède » une carte B si elles sont de couleurs opposées et que la hauteur de A précède de exactement 1 rang celle de B.

Exemple : le 10 de cœur précède le valet de pique, mais aussi le valet de trèfle

Une carte A « succède » à une carte B si elles sont de même famille et que la hauteur de A succède de exactement 1 rang celle de B

Exemple : le 10 de cœur succède au 9 de cœur mais pas au 9 de carreau.

# Objectif

Placer toutes les cartes dans les rangements (dans le respect des mouvements de base).

# Les mouvements composés

Une « suite » de cartes est une liste de cartes C0, …, Cn-1 composée ainsi :

* C0 est en bas d’une colonne
* Pour i tel que 0 < i ≤ n-1, Ci est placée juste au-dessus de Ci-1 dans la même colonne et Ci-1 précède Ci.

La carte Cn-1 est appelée le sommet de la suite.

On peut tenter de déplacer une suite dans une colonne vide en exploitant les cellules libres vides et les autres colonnes vides.

On peut tenter de déplacer une suite dans une colonne non vide en exploitant les cellules libres vides et les autres colonnes vides, pour autant que la carte en bas de la colonne de destination précède Cn-1.

J’appelle mouvement composé, s’il est possible, un tel déplacement d’une suite de longueur au moins égale à 2.

Critère permettant un tel mouvement composé :

Toutes autres conditions étant respectées, et particulier celle liée au cas du déplacement dans une colonne non vide, un tel déplacement dépend du nombre de cellules libres vides, nbL, et du nombre de colonnes vides, nbC. Soit Fx(nbL, nbC) la fonction qui calcule la longueur maximale de la suite pouvant être déplacée en fonction de ces deux paramètres, indépendamment du fait qu’une suite du jeu est limitée à 13 cartes, alors le critère à retenir est que la longueur de la suite à déplacer doit être inférieure ou égale à Fx(nbL, nbC). Il est clair que si on peut déplacer une suite de longueur L, alors on pourra le faire avec toute suite de longueur inférieure, pour autant qu’elle respecte les autres critères.

Attention : si la destination voulue est une colonne vide, alors nbC est égale au nombre de colonnes vides avant déplacement MOINS 1.

De manière triviale, on a Fx(nbL, 0) = nbL + 1

On raisonne sur la valeur de nbC.

Si nbC ≥ 1, alors on peut déplacer Fx(nbL, nbC − 1) cartes dans une des colonnes vides, puis les Fx(nbL, nbC) − Fx(nbL, nbC − 1) = Fx(nbL, nbC – 1) cartes restantes dans la destination, et ensuite replacer les Fx(nbL, nbC − 1) cartes initiales sur ces dernières.

Fx(nbL, nbC) = 2 \* Fx(nbL, nbC – 1)

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| |  |  |  |  |  |  |  | | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | | **Fx** |  | **nbL** |  |  |  |  | |  |  | **0** | **1** | **2** | **3** | **4** | | **nbC** | **0** | **1** | **2** | **3** | **4** | **5** | |  | **1** | **2** | **4** | **6** | **8** | **10** | |  | **2** | **4** | **8** | **12** | **16** | **20** | |  | **3** | **8** | **16** | **24** | 32 | 40 | |  | **4** | **16** | 32 | 48 | 64 | 80 | |  | **5** | 32 | 64 | 96 | 128 | 160 | |  | **6** | 64 | 128 | 192 | 256 | 320 | |  | **7** | 128 | 256 | 384 | 512 | 640 | |

Pour information, on a Fx(nbL, nbC) = (nbL + 1) \* 2nbC

# Les rangements automatiques

## Rangement de niveau 1

Un As ne peut servir de sommet à une suite. Aussi, il ne peut être à l’origine de nouvelles positions. S’il est à découvert, on peut le ranger sans que ce rangement nous prive de certaines positions ultérieures qui pourraient être utiles à la résolution.

Plus généralement, si une carte autre que As est à découvert, qu’elle peut être rangée parce que la carte qui la précède dans sa famille est rangée, et que les deux autres cartes qui la précèdent dans la couleur opposée sont rangées, alors celle-ci aussi peut être rangée.

Par exemple, le est à découvert, le  est rangé, et les  et  sont déjà rangés. Ces  et  ne pourront plus être placés sur le  pour constituer une suite. Quelle que soit maintenant la position du  sur le plateau, il n’apporte aucune nouvelle situation. Son rangement ne constitue aucune perte de possibilités de résolution.

Un cas spécial pour les DEUX. Si une carte de hauteur DEUX est à découvert et que son AS est rangé, alors elle peut aussi être rangée, elle ne participe plus à l’élaboration de situations nouvelles utiles à la résolution. En toute rigueur, ce « cas spécial » relève plutôt du rangement de niveau 2, mais les traiter plus tard compliquerait l’algorithme.

## Rangement de niveau 2

On pousse le raisonnement d’un cran : s’il arrive que les prédécesseurs d’une carte à découvert qui pourrait être rangée se révèlent pouvoir être rangés automatiquement selon les règles du niveau 1 s’ils étaient à découvert, alors cette carte peut être rangée automatiquement.

Exemple : le est à découvert, le  est rangé, mais l’une au moins des deux cartes  ou  n’est pas encore rangée. Par contre, le  est rangé. Ces deux cartes  ou  ne peuvent être en cellule libre, elles seraient rangées automatiquement. Si le  ou le  arrive en bas de colonne, il va être rangé automatiquement selon la première règle. Et alors le  pourra être rangé selon cette même règle.

 et  sont rangés, donc  ou  ne peuvent être à l’intérieur d’une suite.

# Résolution automatique

On peut envisager une recherche en profondeur dans l’arborescence des situations, mais deux problèmes surgissent :

* Une suite de mouvements autorisés peut aboutir à une situation déjà rencontrée.
* On arrive rapidement à une explosion combinatoire qui met à mal la mémoire du PC et les temps de résolution.

On va donc agir dans deux directions :

* Conserver une trace des situations déjà rencontrées pour tester si une situation générée est nouvelle ou non
* Etablir des règles heuristiques de priorisation pour tester des situations qui semblent plus « prometteuses » que d’autres.

De nombreuses situations sont équivalentes du point de vue de la logique de résolution. Nous aurons besoin de vérifier si une situation générée a déjà été rencontrée, ou une de ses situations équivalentes, pour éviter de refaire un travail de recherche déjà réalisé. Aussi nous définissons des règles qui permettent d’associer une situation à une situation équivalente :

* Les cellules libres sont triées pour placer les cartes à gauche, dans un ordre croissant
* Les rangements sont triés pour leur attribuer une famille dans un ordre croissant
* Les colonnes sont triées pour placer les colonnes non vides à gauche, dans l’ordre croissant de leur première carte.

La situation ainsi triée est dite « normalisée ».

Pour limiter l’empreinte mémoire du stock des situations normalisées rencontrées, nous optons pour une description la plus compacte possible d’une situation :

* Nous codons chaque carte sur un octet, l’octet de valeur 0x00 est réservé.
* Nous stockons les contenus des quatre cellules libres, celles qui sont vides sont représentées par 0x00
* Nous stockons chacune des 8 colonnes sous la forme d’un octet donnant son nombre de cartes, suivi des codes de ses cartes de haut en bas. La 1ère colonne vide est stockée, et indique que les suivantes qui ne sont pas stockées sont vides.
* Nous ne stockons pas les rangements, leur contenu se déduit des cartes décrites précédemment.

Le tableau d’octets nécessaire a donc pour taille maximale : 4 + 8 + 52 (ou 56)

Nous ajoutons cependant certaines informations à l’objet qui représente une situation.

* Chaque situation sauf la situation initiale a été obtenue à partir d’une autre situation. Si on arrive à résoudre une situation initiale, on peut vouloir établir la liste des mouvements qui nous a permis de la résoudre. On pourrait stocker une information sur le mouvement qui a permis d’obtenir la situation courante. Mais du fait des rangements automatiques, il faudrait aussi, lorsqu’on veut reconstituer la situation d’origine, rétablir auparavant les cartes rangées automatiquement. Le problème principal est qu’on n’a plus l’emplacement de ces cartes avant leur rangement automatique. Comme on envisage de conserver les situations en mémoire, on va donc conserver auprès de chaque situation un pointeur sur la situation parente d’où il est issu.
* On va vouloir privilégier certaines situations qui semblent plus prometteuses que d’autres. Pour cela on établit un algorithme qui calcule un classement. Nous rangeons les situations à évaluer dans une structure triée selon ce classement et nous consommons ces entrées dans l’ordre du classement décroissant.

On peut concevoir plusieurs algorithmes de classement, chacun privilégiant certains aspects des situations par rapport à d’autres de manière à rechercher une solution selon des modalités alternatives.

Exemples de règles de base

B1 : privilégier le nombre de cartes restant

B2 : privilégier les situations avec de petites suites dont le sommet n’est pas en haut de la colonne

B3 : privilégier les situations avec de grandes suites dont le sommet est en haut de la colonne

B4 : privilégier les situations avec les cartes de faible hauteur qui ne sont pas dans une suite et le moins couvertes par d’autres cartes.

B5 : privilégier les situations avec les cartes de faible hauteur qui ne sont pas dans une suite et le moins couvertes par des cartes qui ne sont pas dans une suite.

On peut ensuite prévoir une combinaison, linéaire ou non, entre les résultats de chacune des règles envisagées.

On peut même prévoir un algorithme dont le mode d’évaluation change en fonction de la situation. Par exemple, si une situation est telle que les as, les 2 sont rangés, privilégier certaines règles plutôt que d’autres.

# Saisie d’un jeu

Le plateau affiche initialement des cellules libres vides, des rangements vides

Il affiche dans chacune des 8 colonnes une pseudo-carte « vide ». La pseudo-carte vide de la première colonne est initialement sélectionnée.

Sous le plateau, on affiche 4 lignes d’icônes réduites et un symbole de suppression (nommé desk)



Un clic sur une cellule libre vide ou occupée ou un emplacement libre ou occupé dans une colonne la sélectionne (effet visuel).

Les rangements ne peuvent être sélectionnés.

Ensuite un clic sur l’un des icônes ci-dessus place la carte dans l’espace sélectionné du plateau. S’il était occupé par une autre carte, cette dernière retourne dans le desk.

Si cet espace sélectionné était un emplacement vide de colonne, un nouvel emplacement vide est ajouté à la colonne et immédiatement sélectionné en remplacement du précédent.

Le symbole des cartes déjà présentes dans une cellule libre ou une colonne disparait de la zone de symboles.

Le symbole de suppression permet d’effacer la carte actuellement sélectionnée.

Je ne fournis pas de mécanisme d’insertion dans une colonne. On est quitte pour supprimer les cartes placées dessous et recommencer la saisie.

# Les indices des cartes

Jeu de 52 cartes

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  | | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | |  | **AS** | **2** | **3** | **4** | **5** | **6** | **7** | **8** | **9** | **10** | **Valet** | **Dame** | **Roi** | | **Cœur** | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | | **Trèfle** | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 | 19 | 20 | 21 | 22 | 23 | 24 | 25 | 26 | | **Carreau** | **27** | **28** | **29** | **30** | **31** | **32** | **33** | **34** | **35** | **36** | **37** | **38** | **39** | | **Pique** | 40 | 41 | 42 | 43 | 44 | 45 | 46 | 47 | 48 | 49 | 50 | 51 | 52 | |

Jeu de 56 cartes

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  | | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | |  | **AS** | **2** | **3** | **4** | **5** | **6** | **7** | **8** | **9** | **10** | **Valet** | **Cavalier** | **Dame** | **Roi** | | **Cœur** | **1** | **2** | **3** | **4** | **5** | **6** | **7** | **8** | **9** | **10** | **11** | **12** | **13** | **14** | | **Trèfle** | 15 | 16 | 17 | 18 | 19 | 20 | 21 | 22 | 23 | 24 | 25 | 26 | 27 | 28 | | **Carreau** | **29** | **30** | **31** | **32** | **33** | **34** | **35** | **36** | **37** | **38** | **39** | **40** | **41** | **42** | | **Pique** | 43 | 44 | 45 | 46 | 47 | 48 | 49 | 50 | 51 | 52 | 53 | 54 | 55 | 56 | |