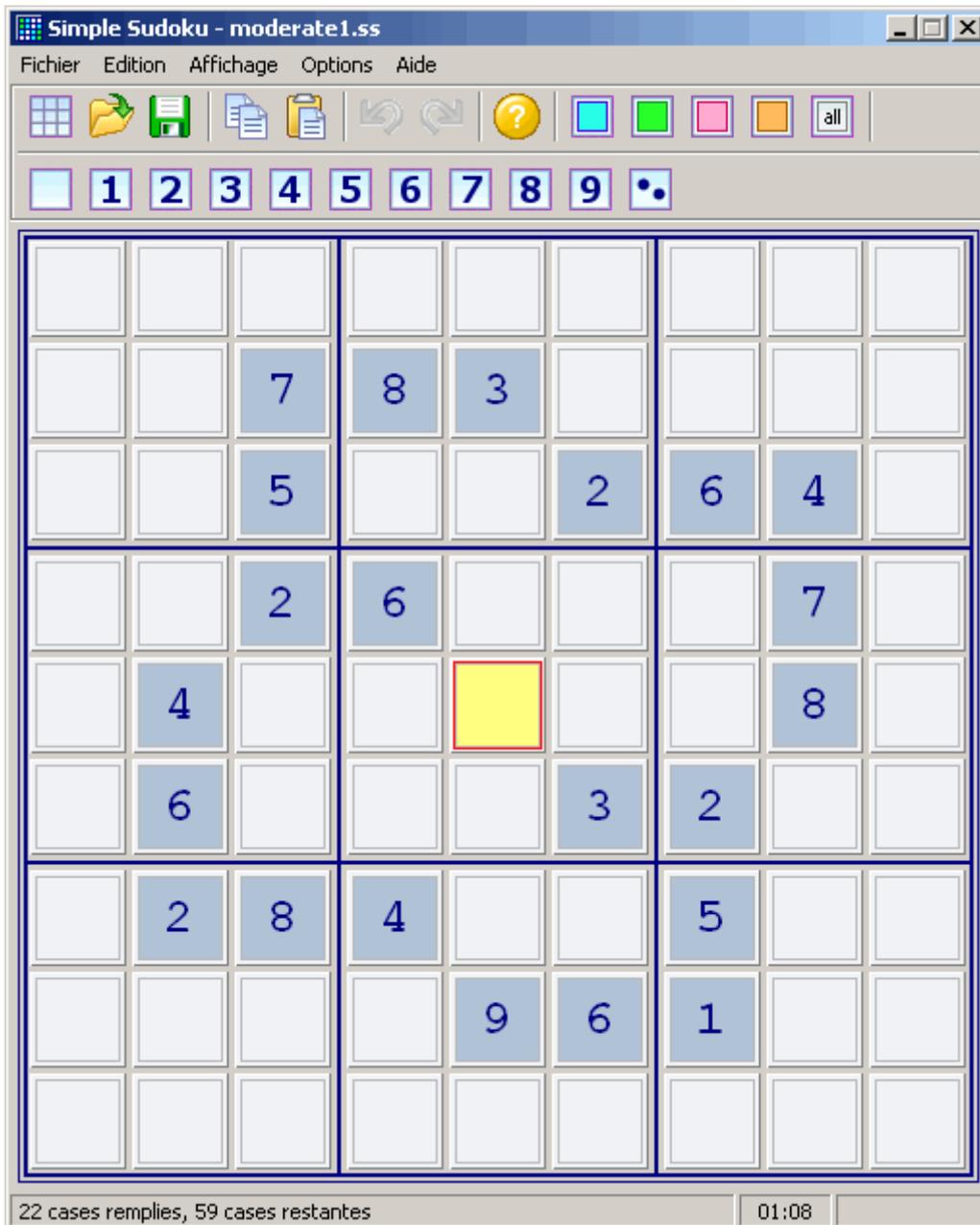


RÉSOUUDRE UNE GRILLE DE SUDOKU



La règle du jeu:

Remplissez chaque cellule vide de telle sorte que chaque ligne, chaque colonne et chaque région (bloc de 3x3) contienne les chiffres de 1 à 9.

Les bases:

Il est impossible d'aller très loin sans tenir à jour une liste des 'valeurs possibles' (appelées candidats) pour chaque cellule vide. Le faire manuellement est laborieux et sujet à erreur et détourne souvent le plaisir de résoudre ces grilles. Heureusement des programmes comme **Simple Sudoku** feront ce travail pour vous, vous laissant le plaisir d'appliquer la logique pour résoudre chaque grille.

Si vous ne disposez pas d'un programme pour vous aider, analysez systématiquement chaque cellule vide. Commencez par supposer qu'elle peut avoir n'importe quelle valeur entre 1 et 9 puis éliminez toutes les valeurs qui ont déjà été

assignées dans d'autres cellules de la ligne, de la colonne et de la région. Ainsi chaque cellule vide dispose d'une liste de candidats.

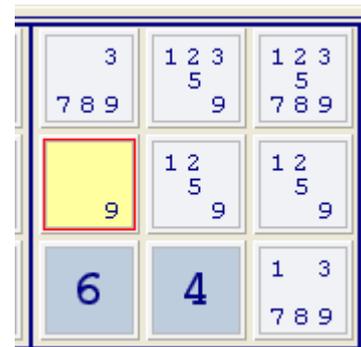


Répétez les étapes suivantes jusqu'à résolution de la grille. Ne progressez vers les étapes difficiles que lorsque les étapes simples ne révèlent ni nouvelle valeur ni exclusion de candidats.

Candidats uniques:

Toute cellule qui n'a qu'un seul candidat peut se voir assigner cette valeur avec certitude.

A chaque fois qu'une valeur est assignée à une cellule, il est très important que cette valeur soit exclue comme candidat des autres cellules vides partageant la même ligne/colonne/région. (Des programmes comme **Simple Sudoku** effectueront ce travail laborieux automatiquement pour vous.)



Candidats uniques cachés:

Très fréquemment il n'y a qu'un seul candidat pour une ligne/colonne/région donnée mais il est caché parmi d'autres candidats.

Dans l'exemple de droite, le candidat 6 ne se trouve que dans la cellule surlignée en jaune de la région. Comme chaque région doit avoir un 6, cette cellule doit être ce 6.

4	7	1 5 9
3	8	1 5 6 9
2	1 9	1 5 9

Au delà des bases:

Les deux étapes ci-dessus sont les seules à assigner directement une valeur pour une cellule, elles ne résolvent que les grilles les plus simples. C'est une bonne chose sinon le Sudoku ne serait pas aussi populaire qu'aujourd'hui. Les étapes qui suivent (de complexité croissante) réduiront le nombre de candidats des cellules vides pour, tôt ou tard, faire apparaître un candidat unique (caché ou non).

Candidats verrouillés (1):

Parfois un candidat d'une région est limité à une ligne ou une colonne. Comme l'une de ses cellules doit contenir cette valeur spécifique, le candidat peut être exclu avec certitude des cellules restantes dans cette ligne ou cette colonne en dehors de la région.

Dans l'exemple ci-dessous, la région de droite n'a le candidat 2 que sur sa ligne du bas (en orange). Comme une de ses cellules doit être un 2, aucune autre cellule sur cette ligne en dehors de cette région ne peut être un 2. Ainsi le 2 peut être exclu comme candidat des cellules en jaune.

1 6	1 5 7 8	1 5 7	9	1 2 5 7 8	1 2 5 8	4	3	1 5 6 8
1 3 4	1 3 4 5 7 8	2	6	1 4 5 7 8	1 5 8	9	5 8	1 5 8
1 4 6	9	1 4 5	2 4 5	1 2 4 5 8	3	2 6 8	2 5 6 8	7

Candidats verrouillés (2):

Parfois un candidat sur une ligne ou dans une colonne est limité à une région. Comme une de ses cellules doit contenir ce candidat spécifique, celui-ci peut être exclu en toute sécurité des autres cellules de la région.

Dans l'exemple de droite, la colonne de gauche a le candidat 9 uniquement dans la région du centre (en orange). Ainsi comme une de ces cellules doit être un 9 (sinon la colonne serait sans 9), le 9 peut être exclu avec certitude de toutes les cellules (en jaune) dans la région du centre excepté dans celle de la colonne de gauche.

4	1 5	7
2 3 5	8	1 3 5
6	1 2 5 9	1 5 9
5 7 9	1 4 5 7 9	1 4 5 6 9
2 7	3	1 8
2 5 9	2 5 9	5 6 8 9
1	4 5 7 9	4 5 3 9
5 3 7	6	4 5 3
8	4 5	2

Paires nues:

Si deux cellules d'un groupe contiennent une paire identique de candidats et seulement ces deux candidats, alors aucune autre cellule de ce groupe ne peut avoir ces valeurs.

Ces deux candidats peuvent être exclus des autres cellules de ce groupe.

Dans l'exemple ci-dessous, les candidats 6 & 8 dans les colonnes six et sept (en orange) forment une paire nue sur la ligne. Ainsi les candidats 6 & 8 peuvent être exclus des autres cellules (en jaune) de la ligne.

7	1 2 4 5	1 4 5	2 4 5	9	6 8	6 8	1 6 8	3
---	------------	----------	----------	---	--------	--------	-------------	---

Techniques avancées:

Triplets/Quadruplets nus:

Le même principe appliqué aux paires nues s'applique aux triplets et aux quadruplets nus.

Un triplet nu se produit quand trois cellules d'un groupe contiennent aucun autre candidat que les 3 mêmes candidats. Les cellules qui constituent un triplet nu n'ont pas à contenir chacun des candidats du triplet. Si ces candidats sont trouvés dans d'autres cellules du groupe alors ils peuvent être exclus.

Dans l'exemple de droite, un triplet nu est formé par les cellules (en orange) d'une région puisqu'elles ne contiennent que les candidats 1,4 & 6. Ainsi les candidats 1 & 4 (en rouge) dans les cellules jaunes peuvent être exclus en toute sécurité.

1 6	1 5 7 8	1 5 7
1 3 4	1 3 4 5 7 8	2
1 4 6	9	1 4

Un quadruplet nu se produit quand quatre cellules d'un groupe ne contiennent aucun autre candidat que les mêmes 4 candidats.

Dans l'exemple de droite, les candidats 2, 5, 7 & 9 dans les cellules en orange forment un quadruplet nu. Ainsi les candidats 5 & 7 (en rouge) des cellules en jaune peuvent être exclus.

5 7 9	1 4 5 7	1 4 5 6
2 7	3	1 8
2 5 9	2 5	6 8

Paires cachées:

Si deux cellules d'un groupe contiennent une paire identique de candidats et qu'aucune autre cellule de ce groupe ne contient ces deux candidats, alors les autres candidats de ces deux cellules peuvent être exclus en toute sécurité.

Dans l'exemple de droite, les candidats 1 & 9 sont uniquement localisés dans les deux cellules (en jaune) d'une région et forment ainsi une paire. Tous les candidats (en rouge) exceptés le 1 et le 9 peuvent être exclus de ces deux cellules puisque l'une doit contenir le 1 et l'autre le 9.

7	2 3	2 3 5
1 2 5 9	8	4
1 5 9	6	5 3

Triplets cachés:

Si trois candidats sont limités à trois cellules d'un groupe donné, alors tous les autres candidats de ces trois cellules peuvent être exclus.

Dans l'exemple ci-dessous, les candidats 3,6 & 7 ne se trouvent que dans les colonnes quatre, six et sept (en jaune). Aussi tous les autres candidats (en rouge) peuvent être exclus de ces trois cellules. *Les triplets cachés sont généralement très difficiles à repérer, mais heureusement ils sont rarement nécessaires pour résoudre une grille.*

1 2	1 2 4 8	1 2 8 9	2 3 4 6 7	2 4 8	1 2 6 9	3 6 9	5	4 9
-----	------------	------------	-----------------	----------	------------	-------------	---	--------

Quadruplets cachés:

Si quatre candidats sont limités à quatre cellules d'un groupe donné, alors tous les autres candidats de ces quatre cellules peuvent être exclus.

Les quadruplets cachés sont très rares, c'est une chance car ils sont quasiment impossibles à détecter même quand vous savez qu'ils sont là.

Essayez donc de repérer le quadruplet caché sur la ligne ci-dessous.

1 6 9	2 7 9	3 8	1 3 4 5 8	4 5 3	1 3 4 5	4 5 8	2 5 7	4 6 7 8
-------------	----------	--------	-----------------	-------	------------	----------	-------------	------------

Pour les mordus:

Les étapes suivantes ne sont pas plus difficiles que les précédentes mais nécessitent une bonne observation des relations de certains *candidats spécifiques* au delà d'une ligne/colonne/région donnée.

"Formation en X":

Pour un candidat donné, la formation en X nécessite deux lignes contenant deux cellules (*et uniquement deux cellules*) avec ce candidat sur chaque ligne, de plus ces candidats doivent partager les deux mêmes colonnes formant ainsi un rectangle (une formation en X). De même deux colonnes avec deux cellules (*et uniquement deux cellules*) contenant ce candidat dans chaque colonne partageant deux lignes forment un rectangle (formation en X). Ces quatre cellules sont les seuls emplacements pour les 'vrais' candidats dans les deux lignes et colonnes. Tout candidat d'un groupe contenant deux coins de cette formation en X (exceptés les coins eux-mêmes) peuvent être exclus en toute sécurité.

Examinons l'exemple ci-dessous. L'option de filtrage a été activée pour ne faire apparaître que le candidat 6.

Les cellules en violet et bleu azur forment un X puisque les lignes un et neuf ont toutes les deux *uniquement deux cellules* avec le candidat 6 et qu'elles forment un rectangle (i.e elle partage deux colonnes). Note: seules les cellules en violet/bleu azur représentent les 'vrais' candidats. Ainsi les autres candidats 6 des colonnes six et neuf (en jaune) peuvent être exclus.

	4	3	9	8	6	2	5	6
6			4	2	5			
2				6	1	6	9	4
9	6	6			4	6	7	6
3			6		8			
4	1	6	2		9	6	6	3
8	2		5	6	6		6	6
	6	6		4				5
5	3	4	8	9	6	7	1	6

"Swordfish":

Le modèle Swordfish est une variation de la formation en X.

Pour un candidat donné, un modèle Swordfish est formé par:

1. trois lignes contenant chacune *pas plus de trois* cellules avec le candidat et toutes partageant les trois mêmes colonnes, ou
2. trois colonnes contenant chacune *pas plus de trois* cellules avec le candidat et partageant les trois mêmes lignes.

Ces cellules forment une grille de neuf cellules qui représentent les seuls emplacements pour les 'vrais' candidats dans ces trois lignes et colonnes. Tous les candidats d'un groupe contenant trois 'cellules de grille' (excepté les 'cellules de grille' elles-mêmes) peuvent être exclus en toute sécurité.

Dans l'exemple ci-dessous, le filtrage a été appliqué pour ne faire apparaître que les 5.

Trois colonnes (deux, cinq & huit) ont le candidat 5 dans pas plus de trois cellules (deux cellules dans chaque cas) et ces cellules partagent toutes les mêmes trois lignes (un, quatre & neuf). Un modèle "Swordfish" est établi. Les autres cellules avec le candidat 5 dans cette grille (en jaune) peuvent être exclus. Rappelez-vous: comme dans l'exemple, il n'est pas obligatoire d'avoir 3 cellules sur chaque ligne (ou colonne), souvent il n'y en a que deux.

	1		5	5		8	5	3
5				9	6	1		
		4	5	8	1	5	6	
9	5	5	4		3	5	5	6
	2	5		6		5	1	
			8		5			7
	6	5	5	3		4		1
			1	7		6	3	5
1	5	3	6	5			2	

Résolution par les couleurs:

On s'intéresse aux candidats qui sont uniquement dans deux cellules d'un groupe donné (une ligne/colonne/région). Ces deux cellules ont une relation 'conjuguée' où l'un doit être la valeur (la vraie) tandis que l'autre ne doit pas l'être (la fausse). Comme on ne sait pas encore lequel est le vrai candidat du faux, une stratégie consiste à visualiser cette relation en utilisant deux couleurs au choix. Typiquement il y a un certain nombre de 'paires conjuguées' présentes à un moment donné. Parfois ces paires conjuguées se lient avec d'autres paires conjuguées pour former une chaîne alternée d'état de valeur vrai/faux. Ces chaînes exposent certains candidats qui peuvent être exclus en toute sécurité.

A chaque fois que deux cellules dans une chaîne conjuguée ont la même couleur et partagent le même groupe, alors cette couleur doit être la 'fausse' couleur puisque chaque groupe ne peut avoir qu'une seule valeur de chaque.

De plus à chaque fois qu'un candidat en dehors de la chaîne est relié par une colonne/ligne/région à deux cellules *alternativement* colorées dans une chaîne conjuguée, ce candidat peut être exclu.

Examinons cela dans l'exemple ci-dessous. Le filtrage a été appliqué pour ne faire apparaître que les 5. Les cellules notées A & B forment une paire conjuguée puisqu'elles sont les seules à contenir le candidat 5 dans la colonne huit. Les cellules notées B & C forment aussi une paire conjuguée puisque le candidat 5 n'apparaît que dans les cellules de la région en bas à droite. Finalement les cellules notées C & D forment une paire conjuguée car le 5 ne se trouve que sur la ligne huit. Comme ces trois paires conjuguées sont toutes liées par des relations conjuguées séparées, elles forment une chaîne et peuvent être colorées alternativement comme indiqué. Le jaune indique une cellule liée à distance aux paires conjuguées de couleurs alternées (cellules A & D). Comme une de ces deux couleurs (bleu & vert) représente la vraie valeur 5, ce candidat peut être définitivement exclu.

1		9	5	5		7		
	2	7				5		
6	4	5	3	8	7	9	2	1
5	7	8	5	5		6	9	5
5	5	1	6	5	9	2	5 ^A	8
9	6	2	5	5		1	4	5
		6	4	2	5	3		9
2	5 ^D	3				4	6	5 ^C
5	5	4				8	5 ^B	2

Enfin il y a des grilles qui ne peuvent être résolues par la simple logique. La seule façon de les résoudre se fait par essais et erreurs. Il existe aussi des grilles à plusieurs solutions, mais elles sont généralement considérées invalides ou cassées.