



PROJET SUDOKU

Liste des étudiants :

Maxime MARCHIVE

Licence 3 Informatique

Ronan PLUTA FONTAINE

Licence 3 Informatique

Raphaël SIMON

Licence 3 Informatique

Diewertje VAN DAM

Licence 3 Informatique

TECHNIQUES ET MÉTHODES DE RÉOLUTION

L'objectif du Sudoku¹ est de réussir à compléter une grille de neuf fois neuf cases avec les chiffres de 1 à 9. Il ne doit jamais y avoir plus d'une fois le même chiffre dans un bloc, une ligne ou une colonne. Le principe est le même pour les grilles de Sudoku de 16x16 ou 25x25 avec une adaptation pour tenir compte de la grille plus grande. Il existe plusieurs méthodes de résolution pour réussir à compléter une grille.

Dernière case libre

La méthode de résolution la plus simple est lorsqu'il ne reste qu'une seule case à remplir dans un bloc ou bien sur une ligne / colonne.

Comme présenté sur l'exemple de la figure 1, lorsqu'un bloc ou une ligne / colonne ne contient plus qu'une seule case vide alors il suffit de vérifier le chiffre manquant dans ceux déjà inscrits pour trouver la valeur de la case vide. Dans les exemple présentés, le bloc et la ligne ont tout deux une seule case vide dans leur région. Le reste des cases est rempli avec les chiffres de 1 à 8. Le chiffre manquant est le 9, il s'agit donc de la valeur des deux cases vides.

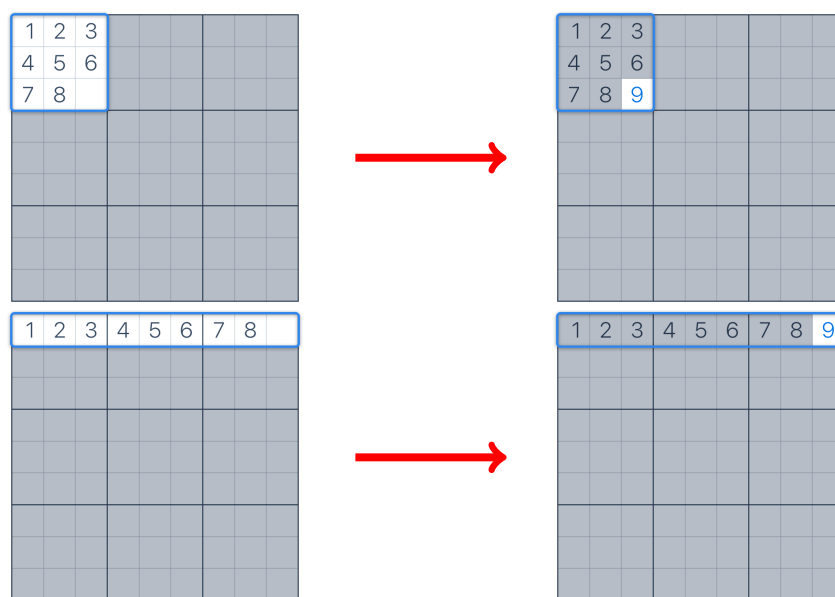


Figure 1: Méthode "Dernière case libre"

Dernière case restante

De la même manière que pour la méthode précédente, il est possible d'obtenir une situation dans laquelle il ne reste qu'une seule possibilité pour remplir la valeur d'une case dans un bloc. En effet, une ligne ou une colonne ne peut pas contenir plus d'une fois un même chiffre.

Ainsi, comme présenté avec la figure 2, lorsque qu'un chiffre est déjà présent dans une ligne et une colonne alors ce dernier ne peut pas se trouver une seconde fois dans l'intégralité de la ligne ou de la colonne (zones représentées en jaune sur l'exemple). Cela permet de restreindre les possibilités d'emplacement dans le bloc contenant l'intersection des deux zones. Sur l'exemple présenté, cela ne laisse qu'une seule case possible pour la valeur 8.

Dernier nombre possible

Il arrive également qu'il ne reste qu'une seule valeur possible pour une case en combinant les deux premières méthodes. En effet, une case appartient à trois zones en simultanée : un bloc, une ligne et une colonne. En vérifi-

¹Pour accéder aux règles, aux vidéos d'explication des différentes méthodes et pour tester ses capacités à résoudre des grilles de sudoku, visitez : <https://sudoku.com/sudoku-rules>

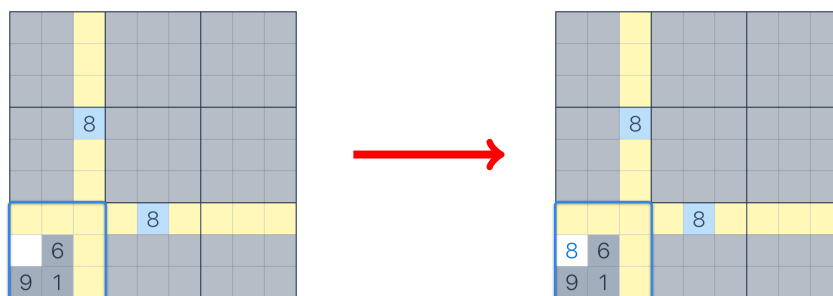


Figure 2: Méthode "Dernière case restante"

ant les valeurs déjà présentes dans les trois zones, on peut parfois déduire la seule valeur possible pour cette case.

Dans l'exemple de la figure 3, on regarde une case dans le bloc en haut à gauche. Les zones étudiées sont représentées en jaune sur l'exemple et on observe que :

- le bloc contient les valeurs : 2, 4, 6, 3 et 7
- la ligne contient les valeurs : 2, 6, 7 et 4
- la colonne contient les valeurs : 1, 8 et 9

En analysant les chiffres obtenus, on remarque que tous les chiffres sont présents dans ces trois zones sauf la valeur 5. La règle principale du Sudoku étant qu'il ne doit jamais y avoir plus d'une fois le même chiffre dans un bloc, une ligne ou une colonne, on peut en déduire que la valeur de la case étudiée est le 5.

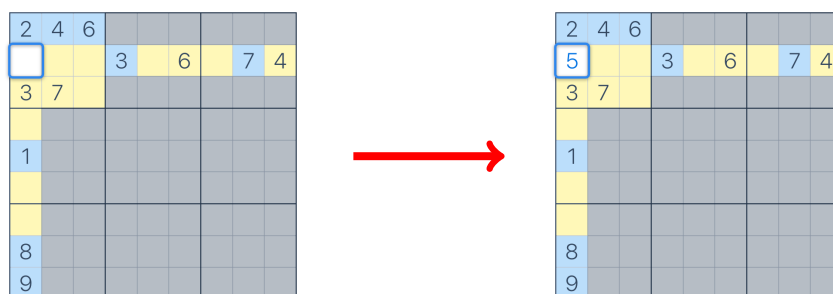


Figure 3: Méthode "Dernier nombre possible"

Les notes

Lorsque vous êtes bloqué sur la grille de Sudoku et que les solutions évidentes ne sont pas visibles pour les cellules restantes, il est possible d'utiliser la technique des "Notes". Cela implique de noter toutes les possibilités de chiffres restants dans chaque case vide, en tenant compte des chiffres déjà présents dans la grille. Il est essentiel de remplir correctement et précisément les Notes, car des erreurs rendront la résolution du Sudoku plus difficile et plus longue. Chaque fois que vous appliquez une règle qui vous permet de remplir une nouvelle case, mettez à jour vos Notes en conséquence. Cela vous permet de tenir compte des nouvelles informations et de continuer à progresser dans la résolution.

En suivant ces règles, vous serez en mesure de résoudre les grilles de Sudoku de manière plus efficace. De plus, certaines techniques avancées de résolution reposent sur l'utilisation des Notes

Singletons nus

La stratégie des "Singletons nus" est une méthode de résolution du Sudoku qui repose sur l'identification des cellules où il ne reste qu'une seule possibilité pour un chiffre. Cette approche simplifie le jeu en repérant les cases vides avec une seule option possible. Lorsqu'une cellule ne peut contenir qu'une note spécifique en fonction des chiffres déjà présents dans la même ligne, colonne et bloc alors la cellule doit être remplie avec cette valeur (cf. figure 4).

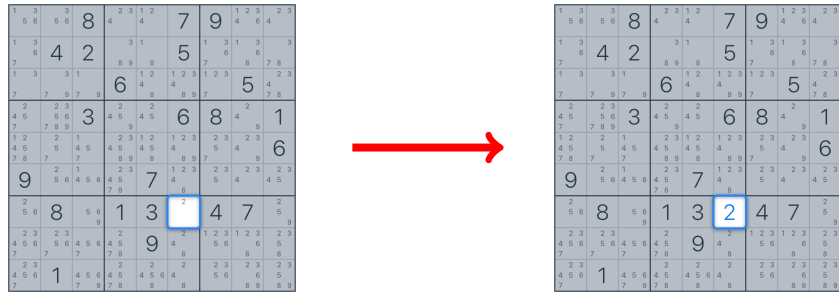


Figure 4: Méthode "Singletons nus"

Païres nues

La technique des "Païres nues" est similaire à celle des "Singletons nus", mais elle repose sur l'identification de paires de notes identiques dans un même bloc. Pour appliquer cette stratégie, recherchez deux cellules dans le même bloc 3x3 qui contiennent les mêmes paires de notes, par exemple, les mêmes deux chiffres 7 et 9 (cf. figure 5).

Cela signifie que l'une de ces cellules doit contenir 7, et l'autre doit contenir 9. Par conséquent, vous pouvez éliminer les notes 7 et 9 des autres cellules du même bloc 3x3, car elles ne peuvent pas y être utilisées.

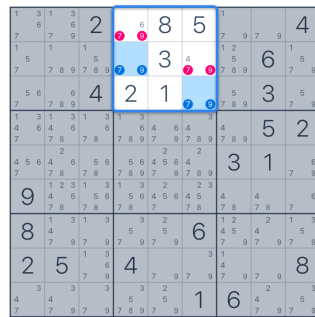


Figure 5: Méthode "Païres nues"

Triplets nus

La méthode du "Triplets nus" est basée sur le même principe que la méthode précédente. Il s'agit de trois cases qui n'ont que trois valeurs possibles en tout. Dans ce cas là, on peut en déduire que ces trois valeurs iront forcément sur ces trois cases et on peut ainsi supprimer les notes concernant ces chiffres sur les autres cases du bloc (cf. figure 6).

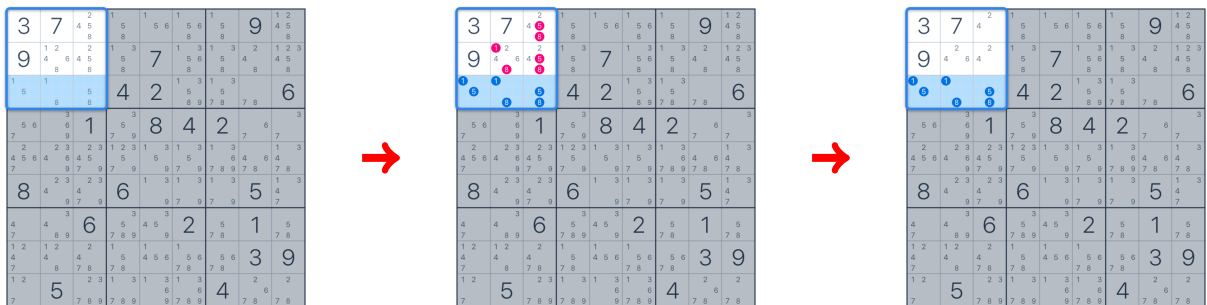


Figure 6: Méthode "Triplets nus"

Singletons cachés

La méthode des "Singletons cachés" est une technique assez simple en soi mais peut être difficile à repérer. Il s'agit du fait qu'un chiffre n'apparaît qu'une seule fois dans les notes d'un bloc, d'une ligne ou d'une colonne. Cela implique donc qu'il s'agit de la seule case possible pour ce chiffre dans cette zone et donc que la note peut être remplacée par sa valeur (cf. figure 7).

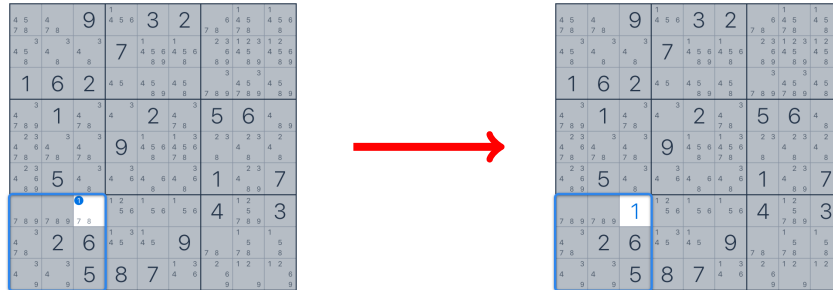


Figure 7: Méthode "Singletons cachés"

Paires cachées

La méthode des "Paires cachées" s'appuie sur le même principe que la méthode précédente mais au sujet d'une paire de chiffres qui n'apparaît que sur deux cases. (cf. figure 8)

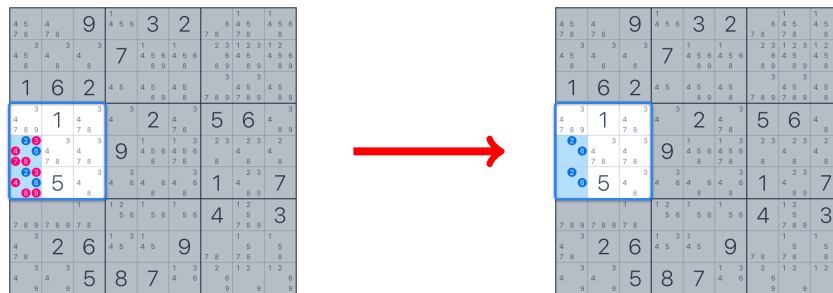


Figure 8: Méthode "Paires cachées"

Triplets cachés

La méthode des "Triplets cachés" s'appuie également sur le même principe que la méthode des "Singletons cachés" mais au sujet d'un triplet de chiffres qui n'apparaît que sur trois cases. (cf. figure 9)

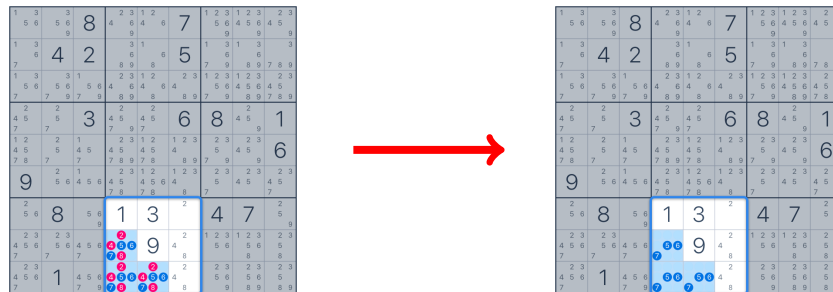


Figure 9: Méthode "Triplets cachés"

Paires pointantes

La méthode des "Paires pointantes" est basée sur la méthode des "Paires nues". Dans le cas où les deux cases constituant la paire nue se trouvent sur la même colonne ou la même ligne alors cela permet de simplifier les

notes des autres cases de la ligne ou de la colonne. En effet, comme les deux chiffres de la paire nue seront forcément inscrits sur cette ligne ou colonne, alors ces chiffres ne peuvent se trouver sur cette même ligne ou colonne une seconde fois. La figure 10 donne un exemple de cette méthode dans le cas d'une colonne.

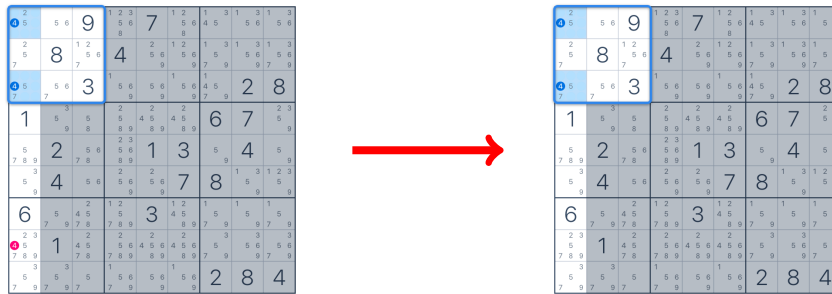


Figure 10: Méthode "Paires pointantes"

Triplets pointants

Le raisonnement de la méthode des "Triplets pointants" est le même que pour les "Paires pointantes" mais dans le cas d'un triplet nu. Un exemple est donné dans la figure 11.

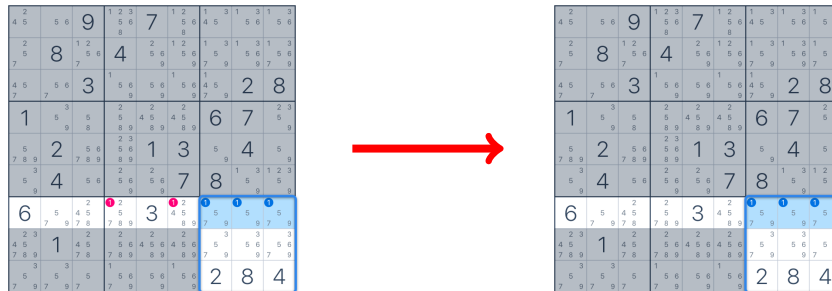


Figure 11: Méthode "Triplets pointants"

X wing

La méthode du "X-Wing" est basée sur deux lignes ou deux colonnes parallèles. Examinons les deux lignes de la figure 12, il y a deux cases dans chacune d'une qui contiennent un 4. En suivant les règles du Sudoku, on peut en déduire que les 4 seront disposés en diagonale. Ainsi, il y aura forcément un 4 dans chacune des colonnes concernées par cette disposition. On peut donc retirer les 4 des autres notes de ces deux colonnes.

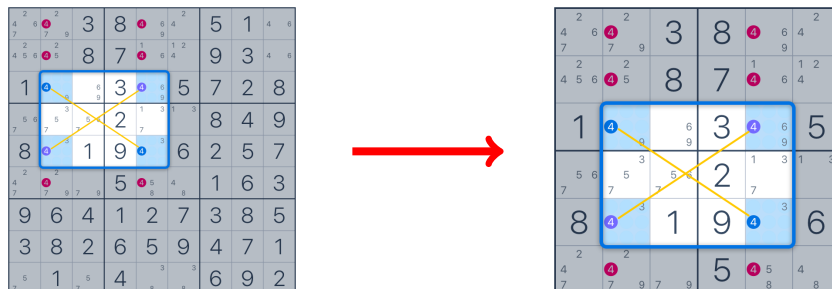


Figure 12: Méthode "X wing"

Y wing

La méthode du "Y-Wing" est similaire à la méthode précédente mais est basée sur seulement 3 coins. La première étape est de choisir un coin appelé pivot qui doit contenir seulement deux possibilités. Il faut ensuite

trouver deux autres cases contenant deux notes dans le même bloc, la même ligne ou la même colonne que le pivot. Ces deux cases sont appelées les pinces. Un des deux chiffres dans chaque pince doit correspondre à un des chiffres du pivot. Le second chiffre doit être le même pour les deux pinces. La dernière étape est de regarder la case correspondant à l'intersection entre les deux pinces. Dans notre exemple (cf. figure 13), il s'agit d'une case dans la ligne du bas de la grille. Si cette case contient une note commune aux deux pinces, alors celle-ci peut être retirée.

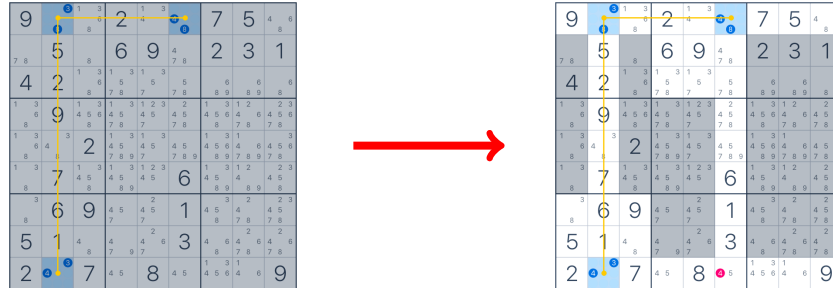


Figure 13: Méthode "Y wing"

Swordfish

Le Swordfish est une technique avancée de résolution de Sudoku qui repose sur la recherche de trois ensembles de candidats (généralement trois rangées ou trois colonnes) contenant le même chiffre candidat exactement trois fois. Dans l'exemple de la figure 14, nous utilisons le chiffre 6.

Une fois le Swordfish identifié, deux configurations possibles sont généralement trouvées. Dans les deux cas, cela signifie que le chiffre 6 ne peut pas apparaître ailleurs dans les colonnes (ou rangées) concernées, à l'extérieur des ensembles de base. Par conséquent, vous pouvez en toute sécurité éliminer le chiffre 6 des autres cases de ces colonnes (ou rangées).

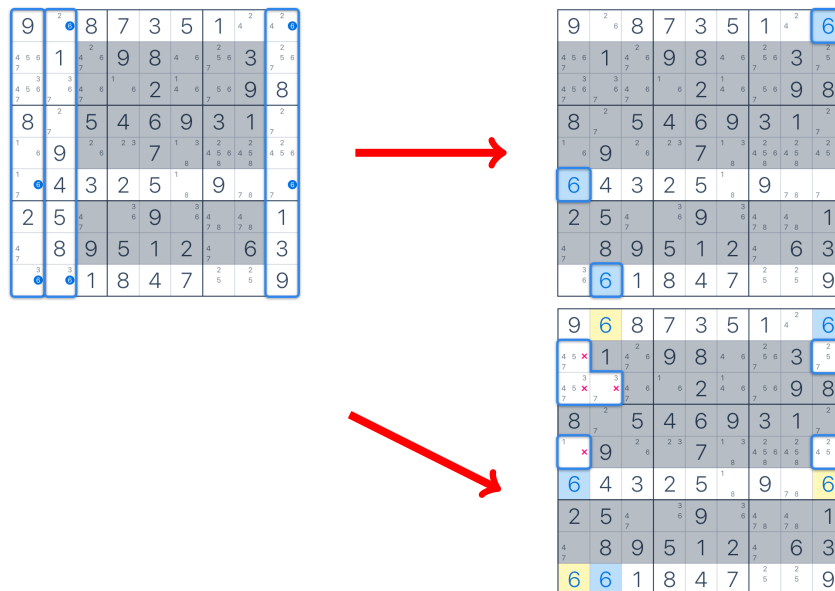


Figure 14: Méthode "Swordfish"