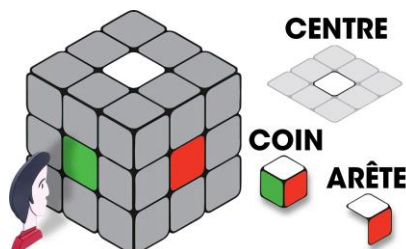




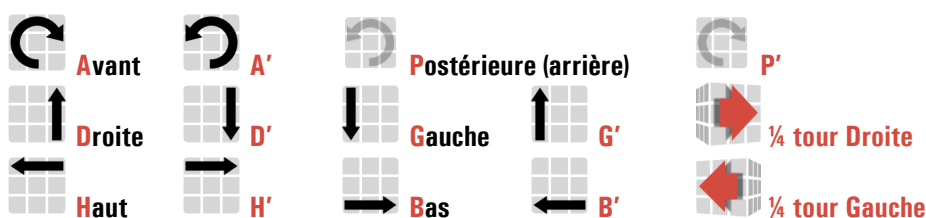
INTRODUCTION

- Par convention, afin d'harmoniser les explications, la face blanche est placée en haut, la face verte vers soi.
- Le mouvement d'une face se fait dans le sens horaire. L'apostrophe ('), dite « prime », indique une rotation inverse.
- Ce tuto privilégie la notation française pour débiter facilement, même si l'anglaise est devenue la norme internationale.
- Le terme « formule » utilisé dans ce tutoriel est utilisé pour désigner une suite (ou séquence) de mouvements à effectuer.

POSITION DE DÉPART

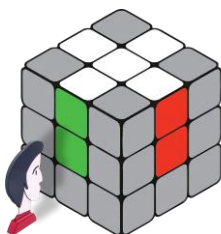


LES MOUVEMENTS

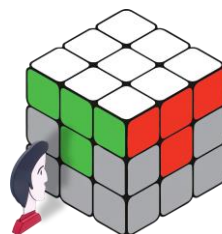


ÉTAPES 1 & 2/7 — 1^{ÈRE} COURONNE (ÉTAPES INTUITIVES, AUCUNE FORMULE À APPRENDRE)

1 — FORMER UNE CROIX BLANCHE AVEC LES 4 ARÊTES



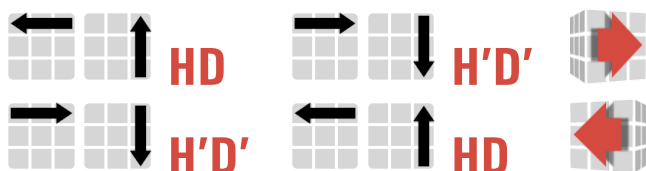
2 — PLACER LES COINS POUR FINIR LA FACE



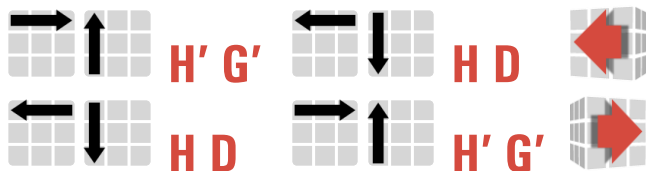
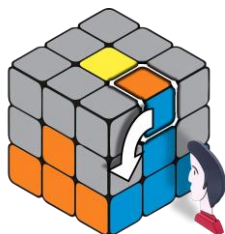
ÉTAPE 3/7 — 2^{ÈME} COURONNE : PLACEMENT ET ORIENTATION DES ARÊTES

Retourner le cube (la face jaune passe au-dessus) puis amener l'arête à positionner face à soi.

CAS 1



CAS 2

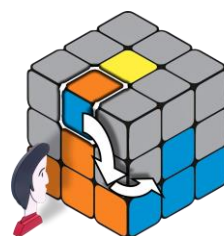


CAS 3



1. Appliquer la formule du CAS 1.
2. Pivoter la 3^{ème} couronne d'un demi-tour.
3. Réappliquer la formule du CAS 1.

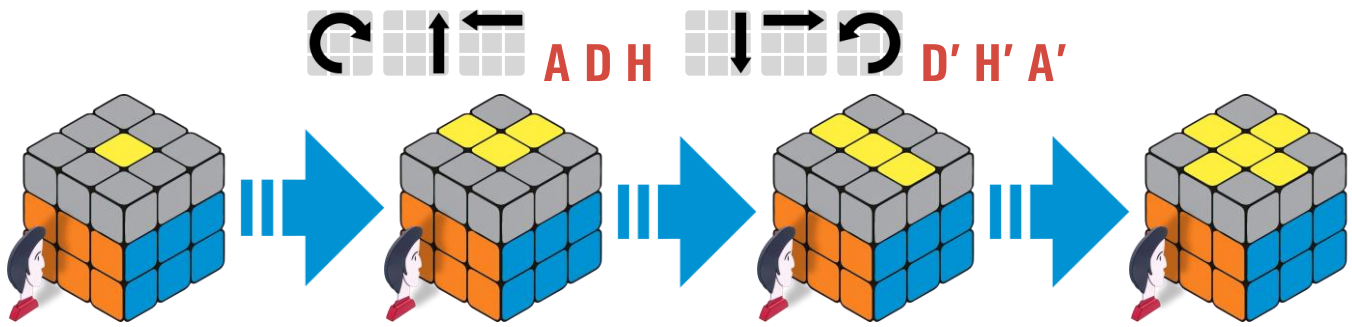
Il est possible d'utiliser la formule du CAS 1 pour résoudre le CAS 2. En partant de la position ci-dessous (semblable à celle du CAS 1, mais avec la facette inversée), et après application de la formule du CAS 1, on retrouve la configuration du CAS 3.



FORMULE

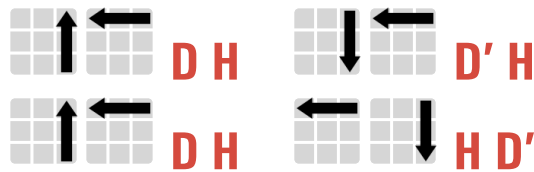
ÉTAPE 4/7 — 3^{ÈME} COURONNE : FORMER UNE CROIX JAUNE

Répéter la formule jusqu'à former avec les facettes jaunes une virgule , une barre , puis une croix .



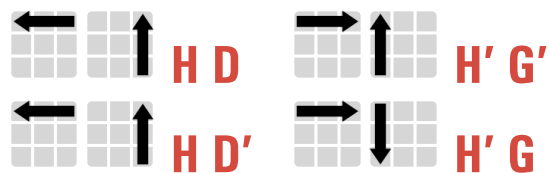
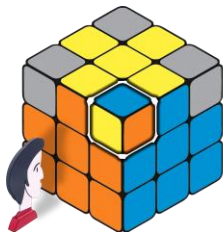
ÉTAPE 5/7 — 3^{ÈME} COURONNE : PLACEMENT DES ARÊTES

1. Amener 2 arêtes adjacentes bien placées à l'arrière et à droite (si besoin, exécuter une 1^{ère} fois à vide la formule)
2. Appliquer la formule autant de fois que nécessaire jusqu'à orienter et placer les 4 arêtes.
3. À la fin, pivoter la 3^{ème} couronne pour aligner les 4 arêtes avec les centres de même couleur.



ÉTAPE 6/7 — 3^{ÈME} COURONNE : PLACEMENT DES COINS

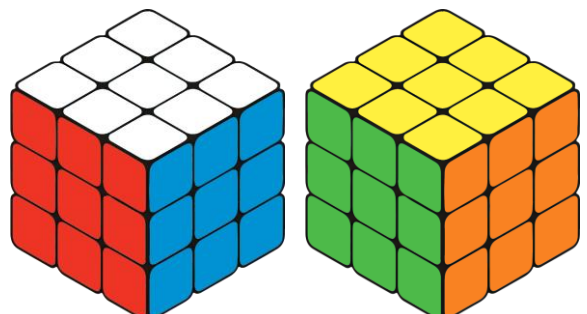
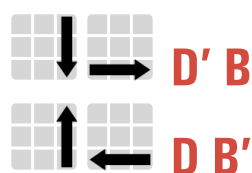
1. Positionner face à soi un coin bien placé, peu importe son orientation (si besoin, exécuter une 1^{ère} fois la formule).
2. La formule permutant les 3 coins opposés, l'appliquer 1 ou 2 fois suffit pour placer correctement chaque coin.



ÉTAPE 7/7 — 3^{ÈME} COURONNE : ORIENTATION DES COINS

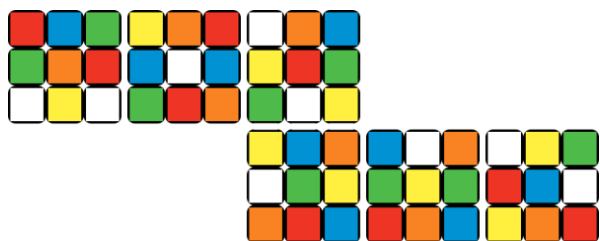
1. Positionner un coin mal orienté face à soi à droite.
2. Appliquer 2 ou 4 fois la formule jusqu'à ce que le coin (qui pivote alors dans le sens horaire) soit bien orienté. Le cube va alors paraître mélangé, mais ne pas s'en inquiéter, il reprendra forme une fois tous les coins orientés.
3. Pivoter la 3^{ème} couronne pour passer au coin suivant et répéter la procédure jusqu'à ce que le couronne soit terminée.

ET VOILÀ !



LE MÉLANGE PARFAIT

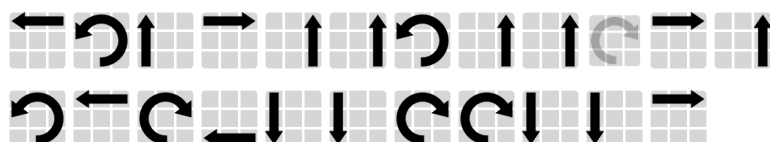
UNE SEULE SOLUTION (18 MOUVEMENTS)



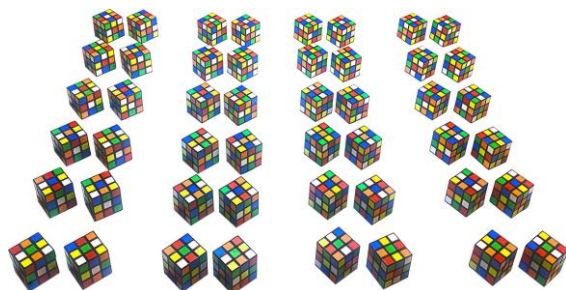
PROPRIÉTÉS D'UN CUBE PARFAITEMENT MÉLANGÉ :

1. Les 6 couleurs sont réparties sur les 6 faces.
2. Une même couleur ne figure pas plus de deux fois sur une face.
3. Aucune couleur ne touche une autre, que ce soit par un côté, un sommet, ou une jonction entre deux faces.
4. Chaque face présente un motif unique.

H A' G' H' D² A' D² P' H' D
A' H A B' G² A² G² H'



RÉSOLUTION



Un cube pouvant être orienté de 24 façons différentes (6 faces $\times$ 4 rotations), en ajoutant l'image miroir (ci-dessous), on obtient 48 configurations de départ uniques, c'est-à-dire 48 manières possibles d'orienter le cube avant le mélange. Ce mélange parfait s'effectuant en 18 mouvements, il peut donc être défait en 18 mouvements également (il suffit d'appliquer la formule à l'envers, à partir de la même orientation de départ). C'est moins que le « nombre de Dieu », calculé à 20, qui correspond au nombre maximal de mouvements nécessaires pour résoudre n'importe quelle configuration.

H G² A² G² B A' H' A D'
H P D² A D² H G A H'

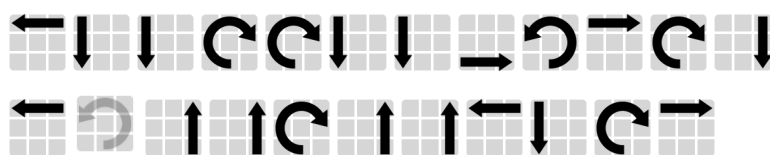
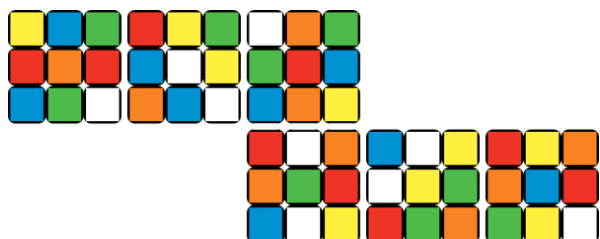


IMAGE MIROIR DU MÉLANGE PARFAIT

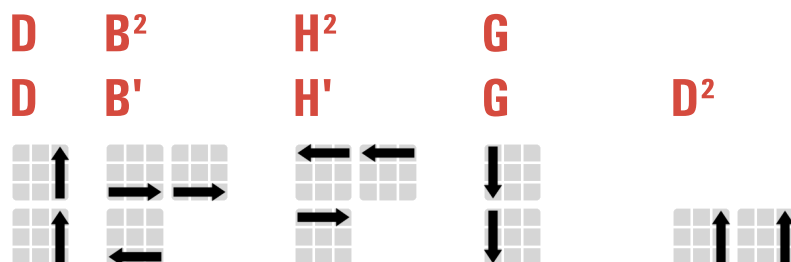
H' A D H G² A G² P H G'
A H' A' B D² A² D² H



MÉLANGE IMPARFAIT (9 MOUVEMENTS)



Dans ce mélange imparfait (plus simple), 2 couleurs peuvent se toucher par leur sommet. Répéter cette formule 4 fois permet de rétablir le cube :





6 COEURS

UD' RL' FB' UD' | HB' DG' AP' HB'



6 T

F² R² U² F' B D² L² F B



6 U

U' B² U L² D L² R² D' B' R D' L R' B² U² F' L' U'



ANACONDA

L U B' U' R L' B R' F B' D R D' F'



ANNEAUX

B' U' B' L' D B U D² B U L D' L' U' L² D



BOÎTE À CADEAU

U B² R² B² L² F² R² D' F² L² B F' L F² D U' R² F' L' R'



CROIX

R² L' D F² R' D' R' L U' D R D B² R' U D²



CUBE DANS UN CUBE

F L F U' R U F² L² U' L' B D' B' L² U



CUBE DANS UN CUBE DANS UN CUBE

U' L' U' F' R² B' R F U B² U B' L U' F U R F'



DAMIER

R² L² U² D² F² B²



KILT

U' R² L² F² B² U' R L F B' U F² D² R² L² F² U² F² U' F²



LIGNES PERPENDICULAIRES

$M^2 (L^2 U^2 R^2) \times 2$



MAMBA VERT

$R D R F R' F' B D R' U' B' U D^2$



MOTIF DÉPLACÉ

$L^2 B^2 D' B^2 D L^2 U R^2 D R^2 B U R' F^2 R U' B' U'$



NAPPE

$R L U^2 F' U^2 D^2 R^2 L^2 F' D^2 F^2 D R^2 L^2 F^2 B^2 D B^2 L^2$



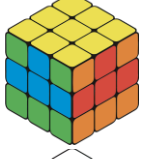
PILIERS OPPOSÉS

$(R^2 F^2 L^2) \times 2$



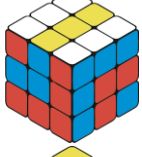
POINTES RETOURNÉES

$U B D' F^2 D B' U' R^2 D F^2 D' R^2 D F^2 D' R^2$



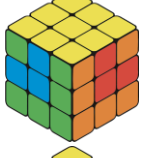
PONG

$U R^2 F^2 B^2 L^2 U^2 D R^2 F^2 B^2 L^2$



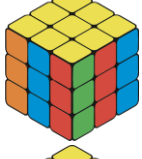
PYTHON

$F^2 R' B' U R' L F' L F' B D' R B L^2$



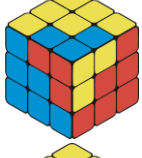
QUOTE

$U^2 F^2 D^2 (B^2 R^2 U^2) \times 2 R^2$



RAYURES

$F U F R L^2 B D' R D^2 L D' B R^2 L F U F$



SOMMETS TORSADÉS

$F B' U F U F U L B L^2 B' U F' L U L' B$



VIADUC

$R^2 U^2 L^2 D B^2 L^2 B^2 R^2 D' U L' D F' U' R^2 F' U B^2 U^2 R'$

RÉSOLUTION CUBE 2x2

INTRODUCTION

Un cube 2x2x2 se résout de la même façon qu'un 3x3x3, avec pour seule grosse différence que seuls le positionnement et l'orientation des coins sont à effectuer

ÉTAPES 1/3 — 1^{ÈRE} COURONNE

Se concentrer sur n'importe quel coin avec une face blanche, et l'utiliser comme référence pour y construire la première couronne en collant les coins voisins, repérables par leurs couleurs. Comme pour la première couronne d'un cube 3x3x3, il n'y a aucune formule à apprendre, uniquement de l'observation à exercer.

ÉTAPES 2/3 — 2^{ÈME} COURONNE : FORMER UNE FACE JAUNE

Alors que dans un cube 3x3x3 l'objectif est de former une croix jaune, ici, c'est la **face** jaune qu'il faut former, avec donc les 4 carrés jaunes tournés vers le haut. On ne se soucie pas encore de savoir si les arêtes sont bien à leur place, on se focalise sur la formation de la face jaune.

- Retourner le cube.
- Amener face à soi en haut à droite une arête dont la face jaune n'est pas tournée vers le haut.
- Appliquer la formule suivante autant de fois que nécessaire, jusqu'à ce que le jaune se retrouve en haut.



- Tourner uniquement la 2^{ème} couronne afin d'amener face à soi la prochaine arête avec la face jaune à envoyer vers le haut.
- Répéter la formule, et recommencer autant de fois que nécessaires avec toutes les arêtes concernées.

ÉTAPES 3/3 — 3^{ÈME} COURONNE : FORMER UNE FACE JAUNE

Une fois la face jaune formée, un des 3 cas suivants se présentera :

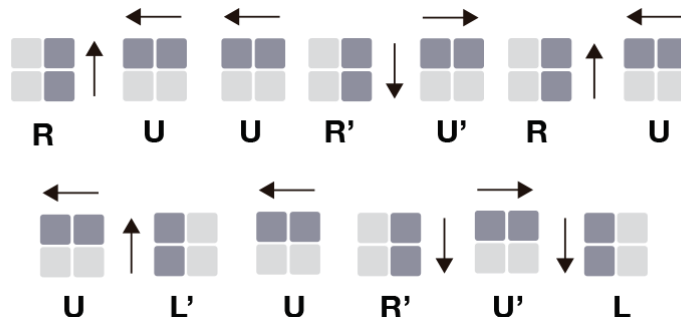
CAS 1

Le cube est résolu. Plus rien à faire !

CAS 2

2 arêtes **adjacentes** sont bien placées, les 2 autres non.

Face jaune toujours tournée vers le haut, placer alors les 2 arêtes bien placées sur la gauche, puis appliquer la formule suivante :



CAS 3

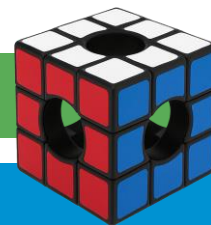
2 arêtes **opposés** sont bien placées, les 2 autres non.

Appliquer deux fois la formule utilisée pour le cas N°2, mais entre chaque, appliquer un demi-tour à la couronne du haut.

Et voilà !



LE VOID CUBE



INTRODUCTION

Le **void cube** (ou cube vide) est une variante du Rubik's Cube, avec une particularité majeure : **il n'a pas de centres**. Sans ces repères fixes, il devient impossible d'identifier directement la couleur des faces, ce qui modifie en profondeur l'approche de résolution. La méthode reste globalement la même que pour un cube classique, à deux exceptions près :

1. Il faut déterminer les couleurs des centres invisibles.
2. Il faut fixer les **singularités**, aussi appelés **permutations impaires**.

LA SINGULARITÉ, OU PERMUTATION IMPAIRE

Tourner une face revient à **permuter des pièces**, de façon :

- **Paire** : issue de mouvements légaux, réalisables normalement.
- **Impaire** : échange strict d'une seule paire de pièces (coins ou arêtes), **mathématiquement impossible** à produire avec des rotations classiques. Cela n'arrive que si le cube a été démonté ou modifié (stickers déplacés, etc.).

EXEMPLES DE CONFIGURATIONS IMPOSSIBLES (SINGULARITÉS) :

- Deux coins échangés entre eux.
- Deux arêtes inversées.
- Un seul coin mal orienté.
- Une seule pièce déplacée.

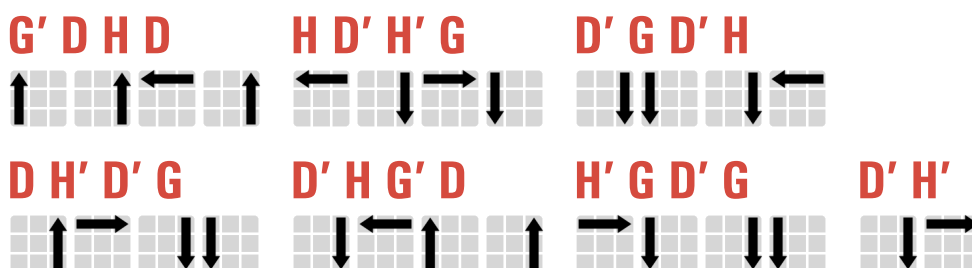
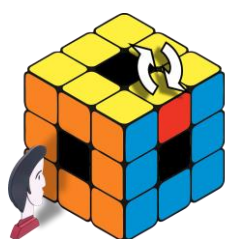
Sur un Rubik's Cube classique, ce genre de situation ne peut pas arriver à cause de la présence des centres fixes, qui définissent l'orientation des faces et imposent uniquement des permutations paires. Mais sur un void cube, l'absence des centres rend cette règle caduque : on ne sait plus quelle face est censée être où. Résultat : on se retrouve dans une configuration qui serait considérée comme illégale sur un Rubik's Cube classique, alors qu'elle est tout à fait normale ici. C'est l'absence de centres qui crée cette ambiguïté.

COMMENT GÉRER LES SINGULARITÉS

Ces **fausses** singularités ne sont donc ni des bugs, ni des erreurs : ce sont des particularités naturelles du void cube qui peuvent apparaître une fois le reste du cube résolu. Deux singularités peuvent se présenter :

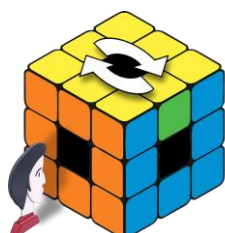
CAS 1 — LES 2 BORDS À ÉCHANGER SONT ADJACENTS

Tenir le cube de telle façon que l'un soit situé sur la face de droite, et l'autre sur la face arrière.



CAS 2 — LES 2 BORDS À ÉCHANGER SONT OPPOSÉS

Tenir le cube de telle façon que l'un soit situé sur la face de droite, et l'autre sur la face de gauche.



<fin du document>