CONTRÔLE I.A. SESSION1 LUNDI 28/03/2022

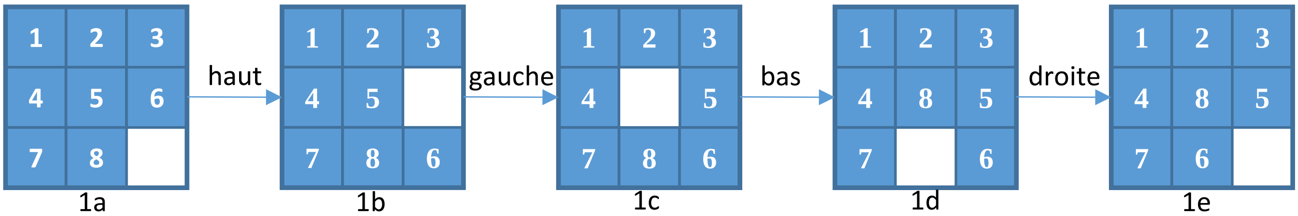
- **Durée : 1h00 (1h20 avec tiers temps)**
- **Le sujet fait office de copie d'examen.**
- **Notes de cours de P. Esquirol autorisées**
- **Mentionner vos nom+prénom svp.**

NOM :	PRENOM :	Tiers-Temps : non ☐ oui ☐

EXERCICE 1 : LE SUPER-TAQUIN (9 PT)

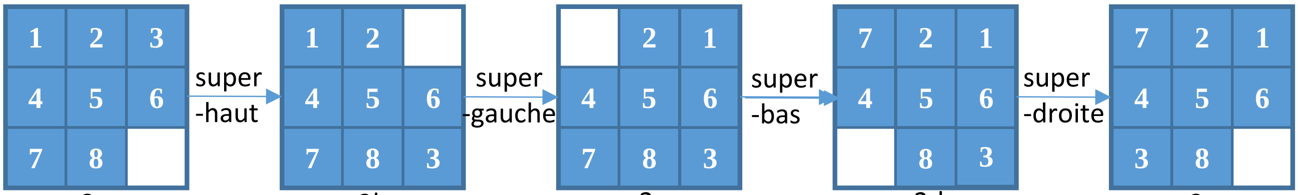
On considère une *version numérique spéciale* du jeu Taquin 3x3, le **super-Taquin**. Dans cette version, outre les actions du puzzle classique où l'emplacement vide peut être échangé avec toute pièce voisine située au-dessous (action=*bas*), à droite (action=*droite*), à gauche (action=*gauche*) ou au-dessus (action=*haut*), voir figures 1a. 1b. 1c. et 1d. , il est également autorisé de réaliser des **super-actions** échangeant l'emplacement vide avec des pièces distantes de 2 cases **situées sur un bord opposé**, voir exemples figures 2a. 2b. 2c. et 2d.

Exemples ***d'échanges simples*** : l'emplacement vide est échangé avec une pièce immédiatement voisine



1a 1b 1c 1d 1e

Exemples de ***super-actions*** : l'emplacement vide est échangé avec une pièce de la même ligne ou colonne située sur le **bord opposé**.



2a 2b 2c 2d 2e

Par la suite, on convient d'associer un coût ***k*(*u*,v) = 1** aux actions **simples**, et un coût ***k*(*u*,v) = 2** aux **super-actions**.

1.1 Soit u_0 l'état initial et u_n un état obtenu après *n* actions successives à partir de u_0.
Rappeler la définition de la fonction $g(u_n)$ dans A* : (1 pt)

$\boldsymbol{g(u_n)}$ =

1.2 Comme dans le TP1, on utilise la fonction heuristique basée sur la ***distance de Manhattan***. Soient (x_p^u, y_p^u) les coordonnées de la pièce *p* dans la situation actuelle *u*, et (x_p^T, y_p^T) ses coordonnées dans la situation finale *T*. On a :

$$\boldsymbol{DM(p,u,T) = |x_p^T - x_p^u| + |y_p^T - y_p^u|} \qquad \boldsymbol{h(u) = \sum_{p=1}^{p=8} DM(p,u,T)}$$

Montrer que *h* est minorante dans le cas du super-Taquin. (2 pt)

1.3. Mise en œuvre de A* (6 pt)

On veut résoudre le problème particulier de la séquence d'actions de coût total minimal reliant l'état $\boldsymbol{u_0}$ à l'état $\boldsymbol{T}$ décrits ci-dessous. Dessiner l'arbre des états générés par l'algorithme A*. On prendra bien soin :

- de numéroter les états générés par ordre croissant, l'ordre des actions envisageables étant l'ordre lexicographique : {bas, droite, gauche, haut, super-bas, super-droite, super-gauche, super-haut}
- d'indiquer les valeurs $f(U_i)$, $h(U_i)$ et $g(U_i)$ à côté de chaque état U_i.

$\boldsymbol{u_0}$

f h g
0

7	2	1
8	4	3
5	6	

$\boldsymbol{T}$

f h g
0

1	2	3
8		4
7	6	5

NOM : PRENOM : Tiers-Temps : non ☐ oui ☐

EXERCICE 2 : MINMAX – NEGAMAX – ALPHA-BETA (6 POINTS)

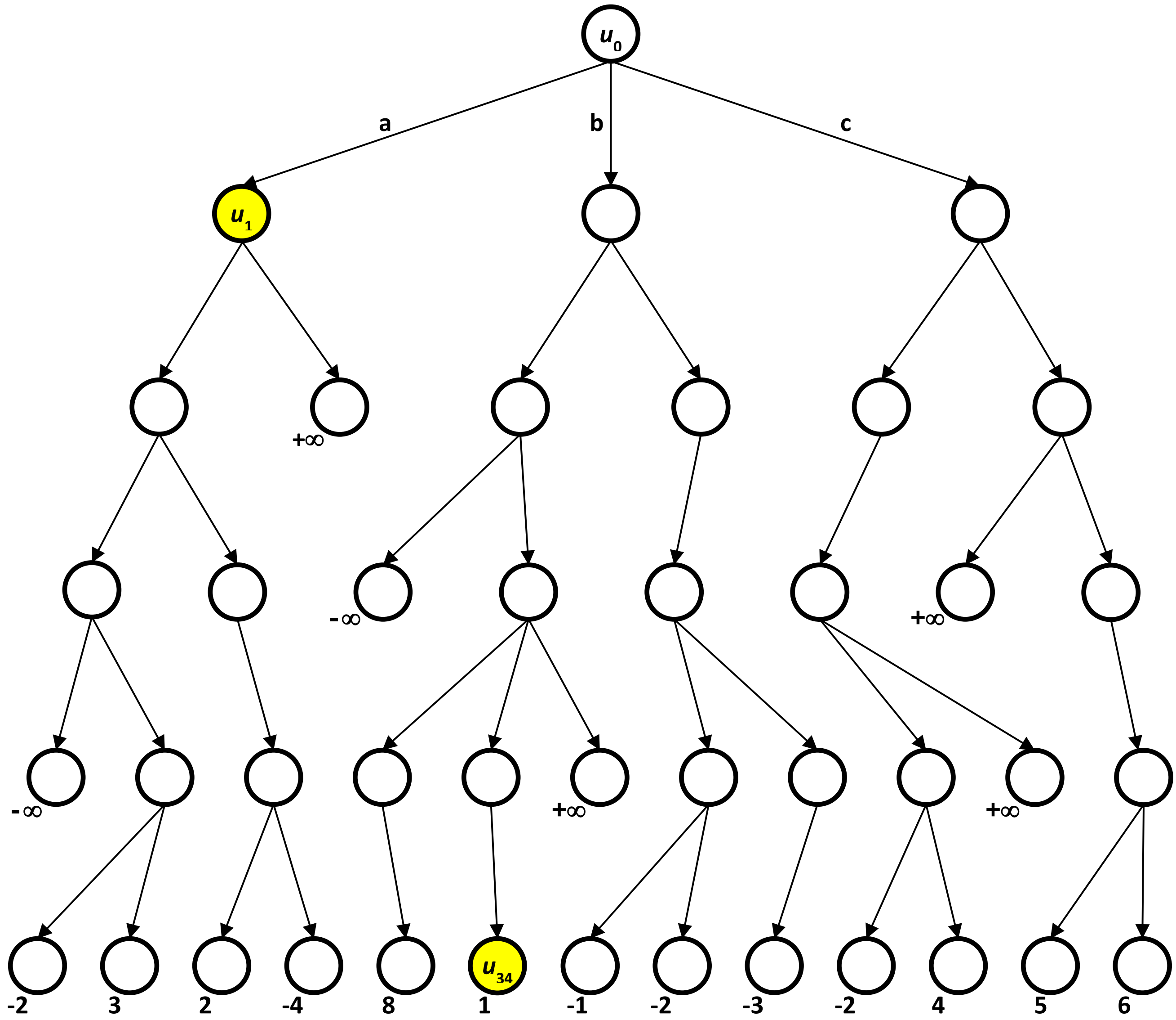
On considère l'arbre de jeu à 2 joueurs ci-après. On a indiqué en chaque feuille la valeur de la fonction heuristique calculée selon le point de vue du 1er joueur (celui qui joue en u_0).

2.1. Indiquer la valeur Minmax en chaque nœud de l'arbre. Quel est le meilleur coup à jouer en u_0 ? (2 pt)

2.2 On applique désormais la convention *negamax*, qui adopte en chaque nœud le point de vue du joueur courant. Mentionnez sur le même arbre la valeur *negamax* de chaque noeud (avec une couleur différente) ; vérifiez que *negamax* conseille de jouer le même coup en u_0 que *minmax*. (1 pt)

2.3 Placez une croix (**X**) sur les branches qui seraient élaguées par l'algorithme a*lpha-beta*. (2 pt)

2.4 Lors de sa génération on constate que la situation u_{34} correspond exactement à la situation u_1. Quelle valeur conserver pour évaluer u_{34} ? Doit-on utiliser la valeur de l'heuristique ou la valeur minmax calculée en u_1 ? (1pt)
Y a-t-il des conséquences sur la détermination du meilleur coup à jouer en u_0 ?

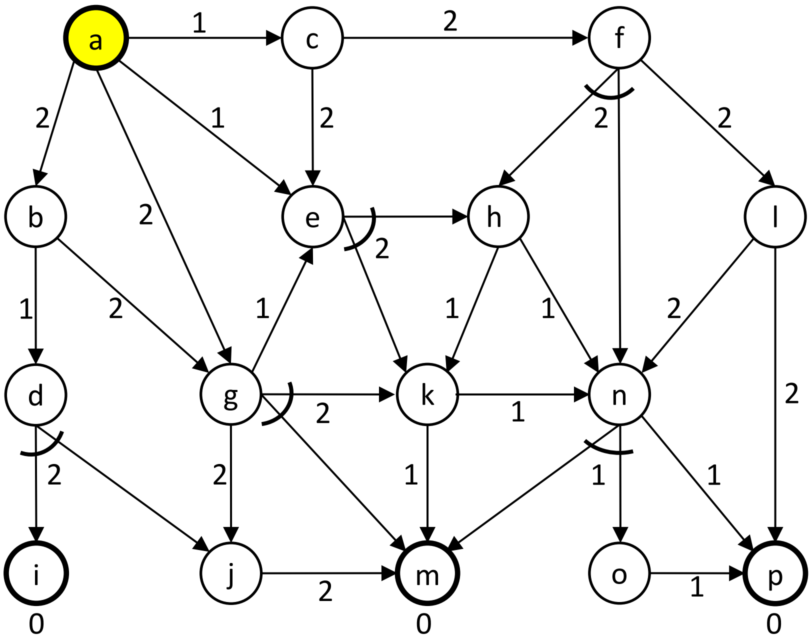


EXERCICE 3 : AO* (5 POINTS)

Appliquer l'algorithme AO* à l'hypergraphe ci-dessous associé à la décomposition du problème **a**.

Les valeurs de l'heuristique estimant le coût de résolution sont données dans le tableau suivant :

U	a	b	c	d	e	f	g	h	i	j	k	l	m	n	o	p
h(*U*)	5	4	5	3	4	3	3	2	0	2	1	2	0	1	1	0



Dessiner le **sous-graphe solution de côut total minimal** dans le cadre ci-dessous.
Indiquer le coût de décomposition de ***a*** mais aussi celui de tous les sous-problèmes de la solution.