

**Et si les ordinateurs
jouaient au morpion...
contre les bugs ?**

Benjamin Monmege
Enseignant-chercheur à Aix-Marseille Université

Vérifier des programmes

Vérifier des programmes



Your PC ran into a problem and needs to restart. We're just collecting some error info, and then we'll restart for you.

25% complete



For more information about this issue and possible fixes, visit <http://windows.com/stopcode>

If you call a support person, give them this info:
Stop code: CRITICAL_PROCESS_DIED

Vérifier des programmes



Your PC ran into a problem and needs to restart. We're just collecting some error info, and then we'll restart for you.

25% complete



For more information about this issue and possible fixes, visit

<http://windows.com/stopcode>

If you call a support person, give them this info:
Stop code: CRITICAL_PROCESS_DIED

Vérifier des programmes



Your PC ran into a problem and needs to collect some error info, and then we will display some information for you.

25% complete



For more information and possible fixes, visit <http://windows.com/stopcode>

If you call a support person, provide the Stop code: CRITICAL_PROBLEM



Vérifier des programmes



Faible de sécurité Heartbleed



Your PC ran into a problem and needs to be restarting. We're currently collecting some error info, and then we'll restart your PC.

25% complete



For more information about possible fixes, visit <http://windows.com/stop>

If you call a support person, Stop code: CRITICAL_PATH_ERROR



**Et si on évitait les
bugs en jouant ?...**

Le trésor des pirates

100 pièces d'or à se partager !



Élisa



Dorian



Cora



Barny



Atchoum

Le trésor des pirates

- 5 pirates doivent se partager 100 pièces d'or
- La capitaine Elisa propose une répartition entre les cinq pirates, puis tout le monde vote (oui ou non) et si au moins la moitié des pirates est d'accord avec la répartition, celle-ci est effectuée et la distribution s'arrête.
- Sinon, la capitaine est jetée aux requins et c'est son quartier-maître Dorian qui devient capitaine et propose à son tour une répartition. À nouveau, tout le monde vote et la répartition n'est actée que si au moins la moitié des pirates est d'accord.
- Sinon, on le jette aux requins. Et ainsi de suite, jusqu'à ce qu'une distribution soit acceptée.



Élisa



Dorian



Cora



Barney



Atchoum





Élixa propose aux 4 autres pirates
si ≥ 3 refus si ≥ 2 autres pirates d'accord



Butin partagé !

Dorian propose aux 3 autres pirates
si ≥ 3 refus si ≥ 1 autre pirate d'accord



Butin partagé !

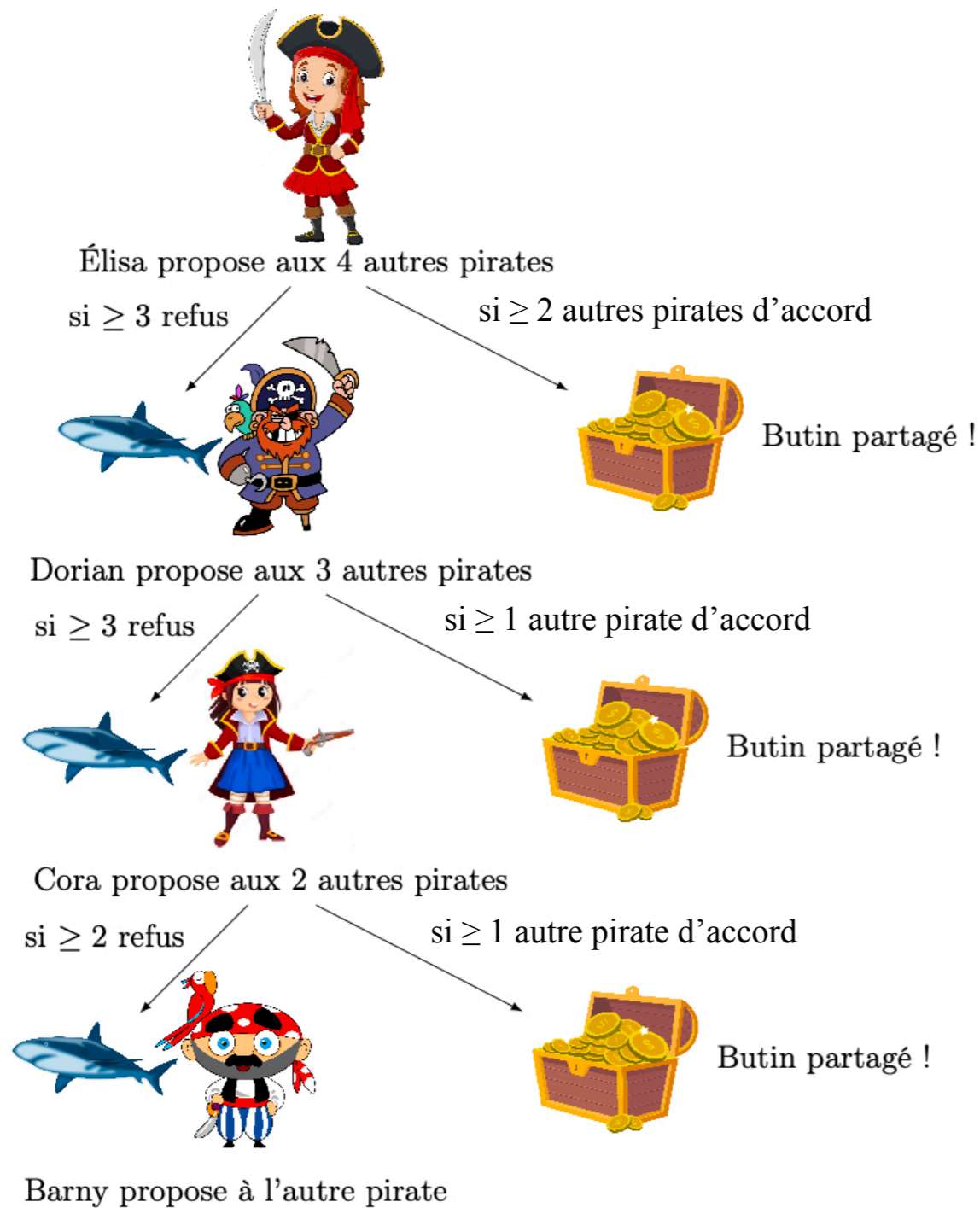
Cora propose aux 2 autres pirates
si ≥ 2 refus si ≥ 1 autre pirate d'accord



Butin partagé !

Barney propose à l'autre pirate

etc.



etc.

À votre avis, quelle est la meilleure stratégie pour Élisabeth ? Elle souhaite à tout prix survivre, mais en plus aimerait garder la plus grande part possible du butin...

Remontons le temps...



Élisa



Dorian



Cora



Barny



Atchoum

Remontons le temps...

Si Atchoum se retrouve seul...
quelle doit être sa stratégie ?



Atchoum

Remontons le temps...

Si Atchoum se retrouve seul...
quelle doit être sa stratégie ?



Atchoum



100 pièces !

Remontons le temps...

On remonte le temps... Barny n'a pas été jeté aux requins... Quelle est sa meilleure stratégie ?



Barny



Atchoum

Remontons le temps...

On remonte le temps... Barny n'a pas été jeté aux requins... Quelle est sa meilleure stratégie ?



Barny



Atchoum



100 pièces !



0 pièce...

Remontons le temps...



Cora



Barny



Atchoum

On continue de remonter le temps... Cora n'a pas été jetée aux requins... Quelle est sa meilleure stratégie ?

Remontons le temps...



Cora



Barny



Atchoum

On continue de remonter le temps... Cora n'a pas été jetée aux requins... Quelle est sa meilleure stratégie ?



99 pièces !



0 pièce...



1 pièce

Remontons le temps...



Dorian



Cora



Barny



Atchoum

Remontons le temps...



Dorian



Cora



Barny



Atchoum



99 pièces !



0 pièce...



1 pièce



0 pièce...

Remontons le temps...



Élisa



Dorian



Cora



Barny



Atchoum

Remontons le temps...



Élisa



Dorian



Cora



Barny



Atchoum



98 pièces !



0 pièce...



1 pièce



0 pièce...

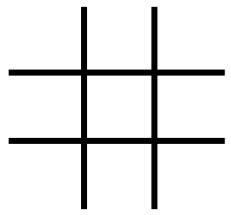


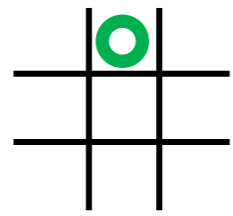
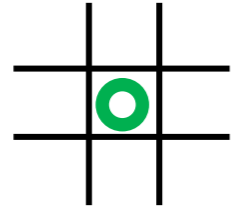
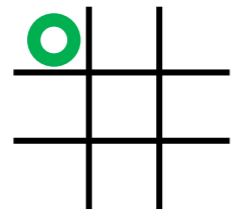
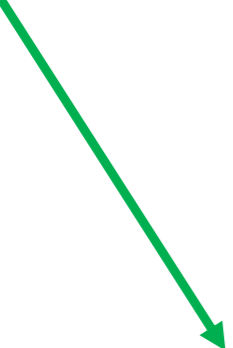
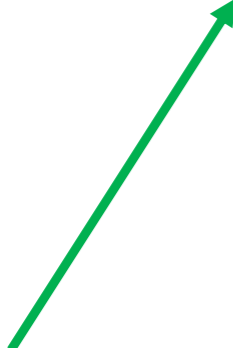
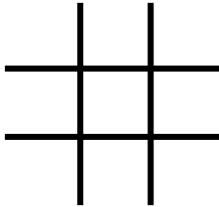
1 pièce

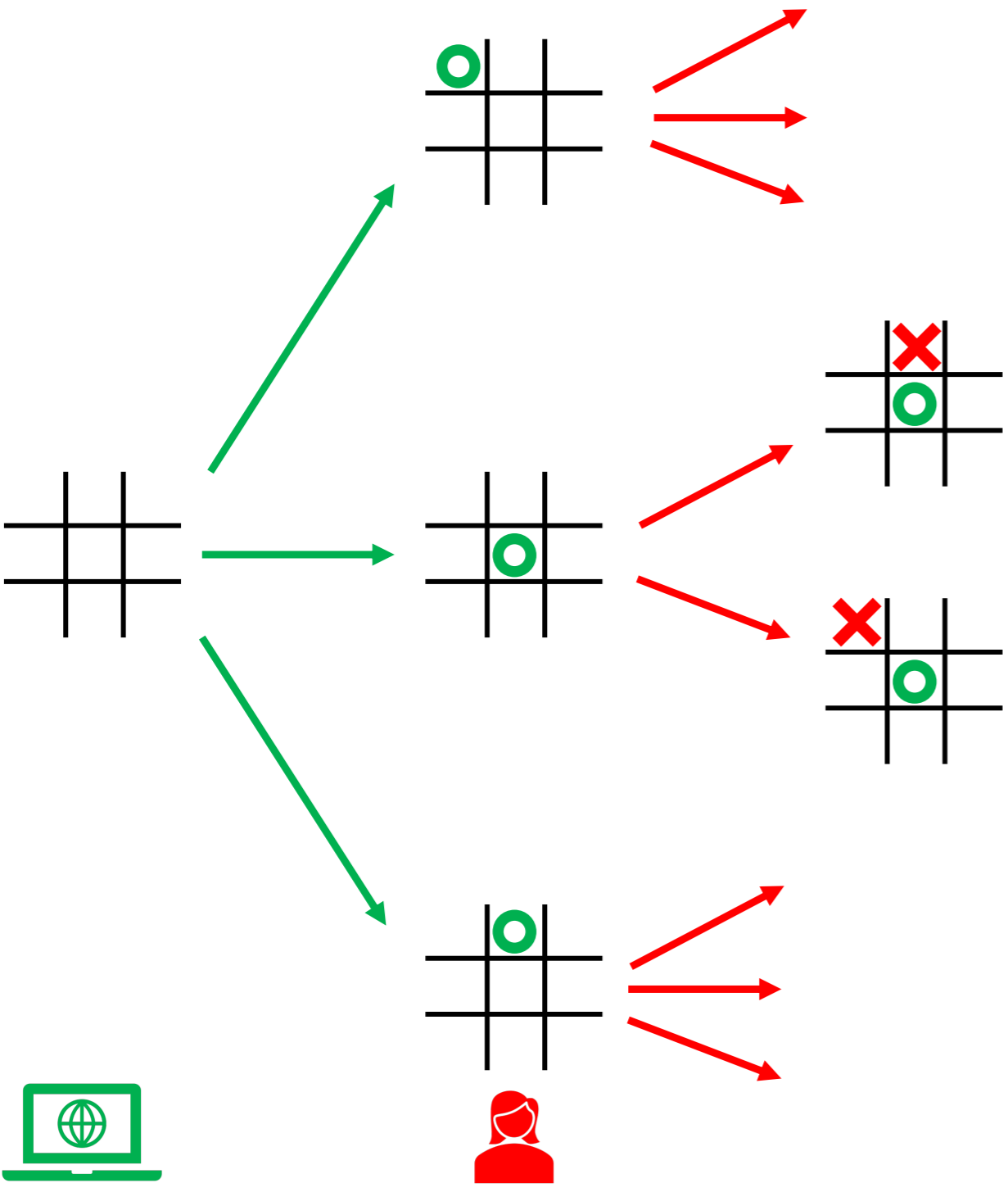
**On peut trouver
des stratégies dans
des « vrais jeux »
avec cette méthode ?**

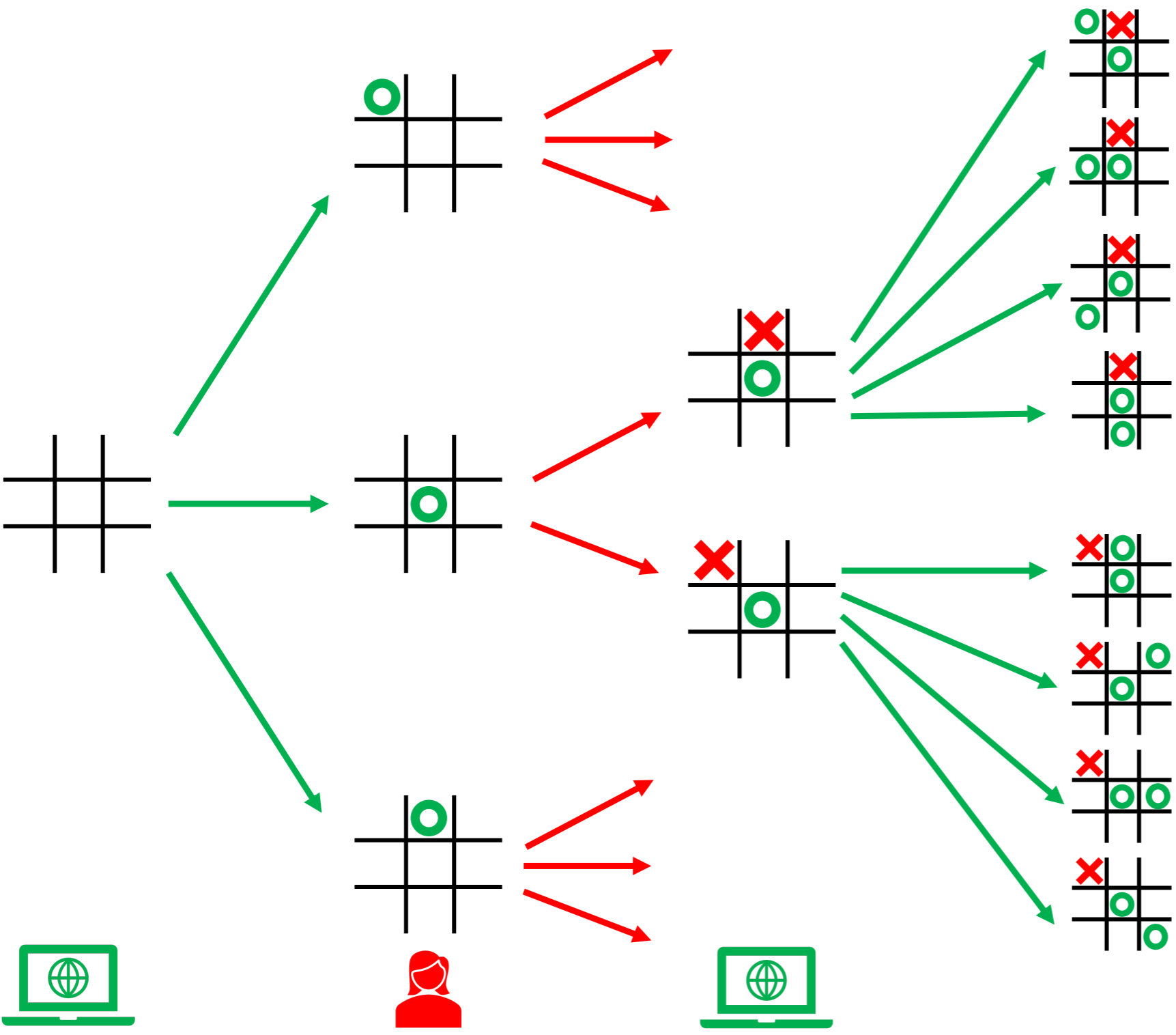
Le jeu du morpion : ordi vs humaine

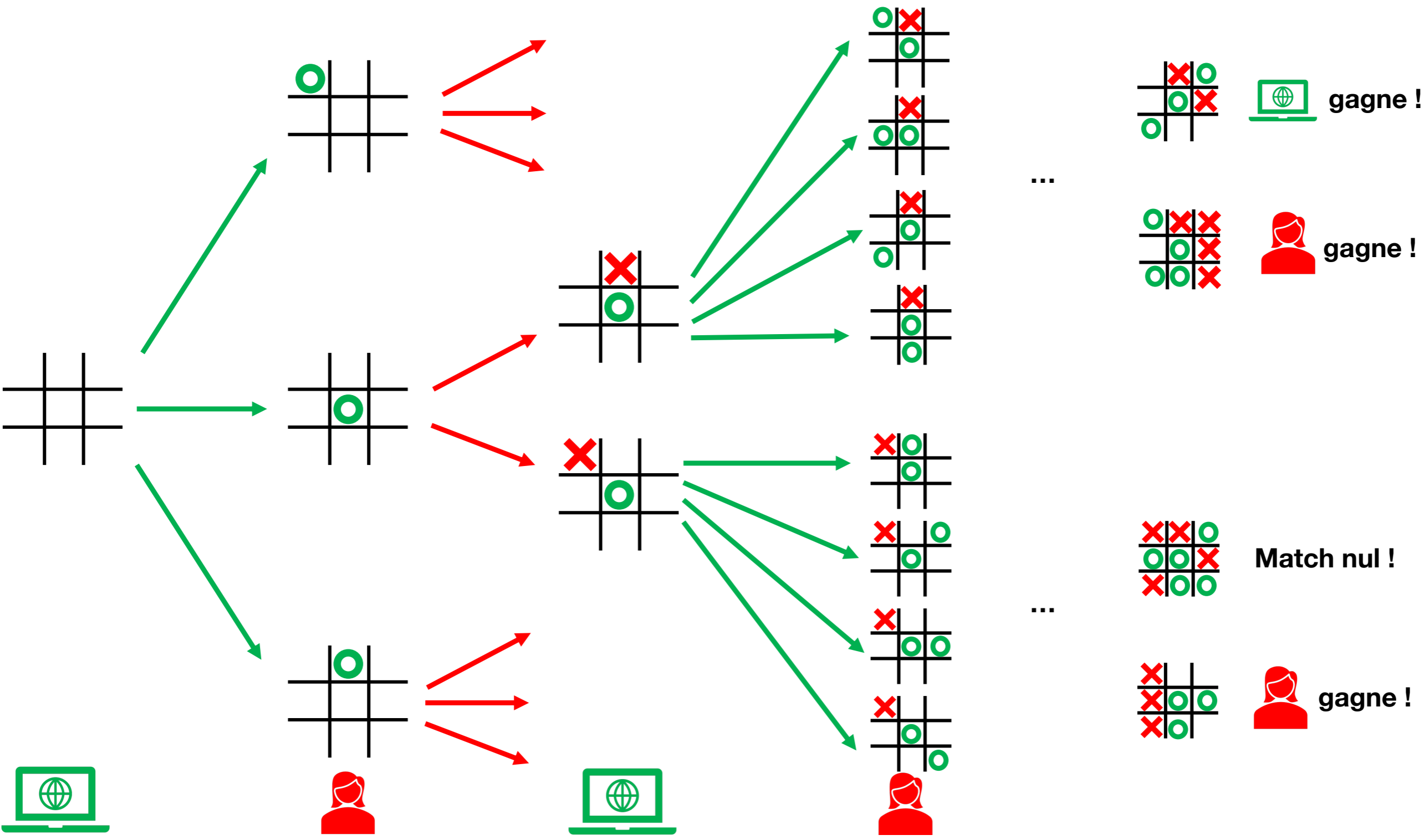
Le jeu du morpion : ordi vs humaine

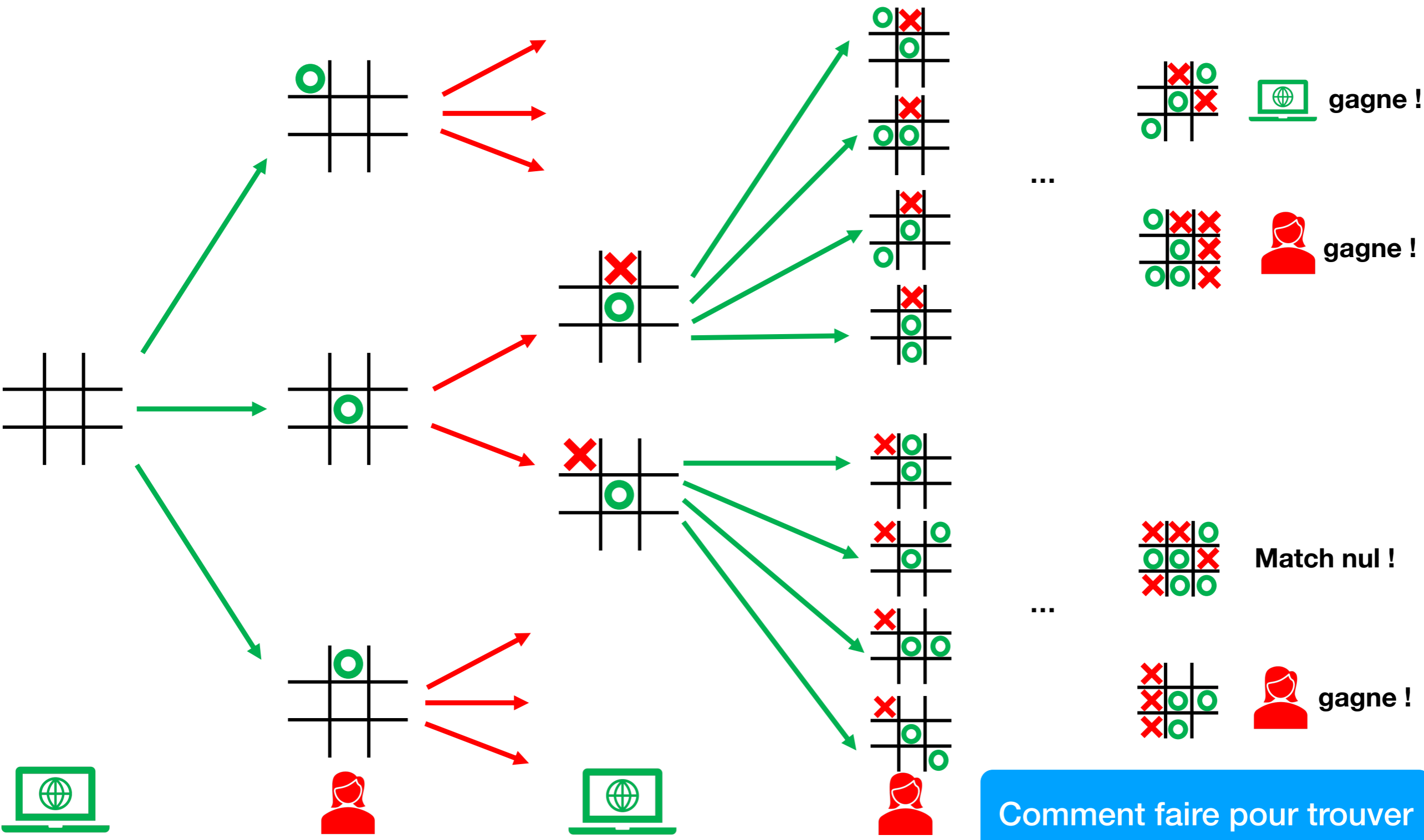




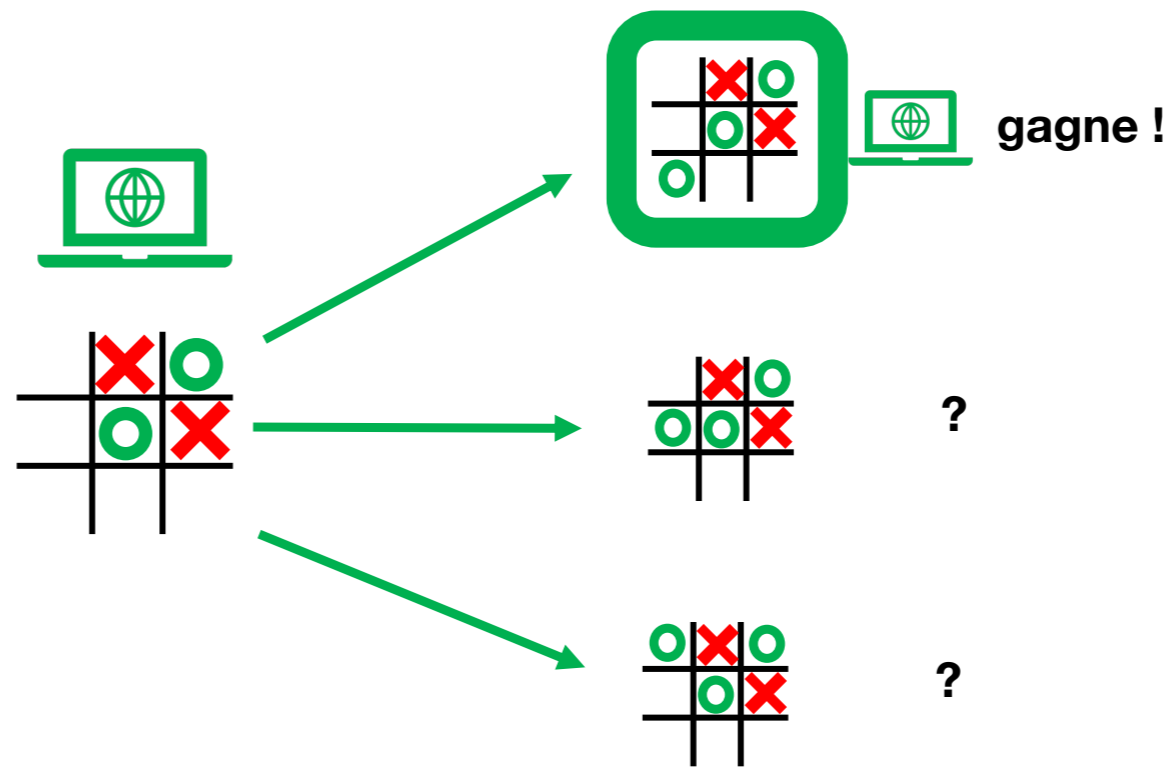




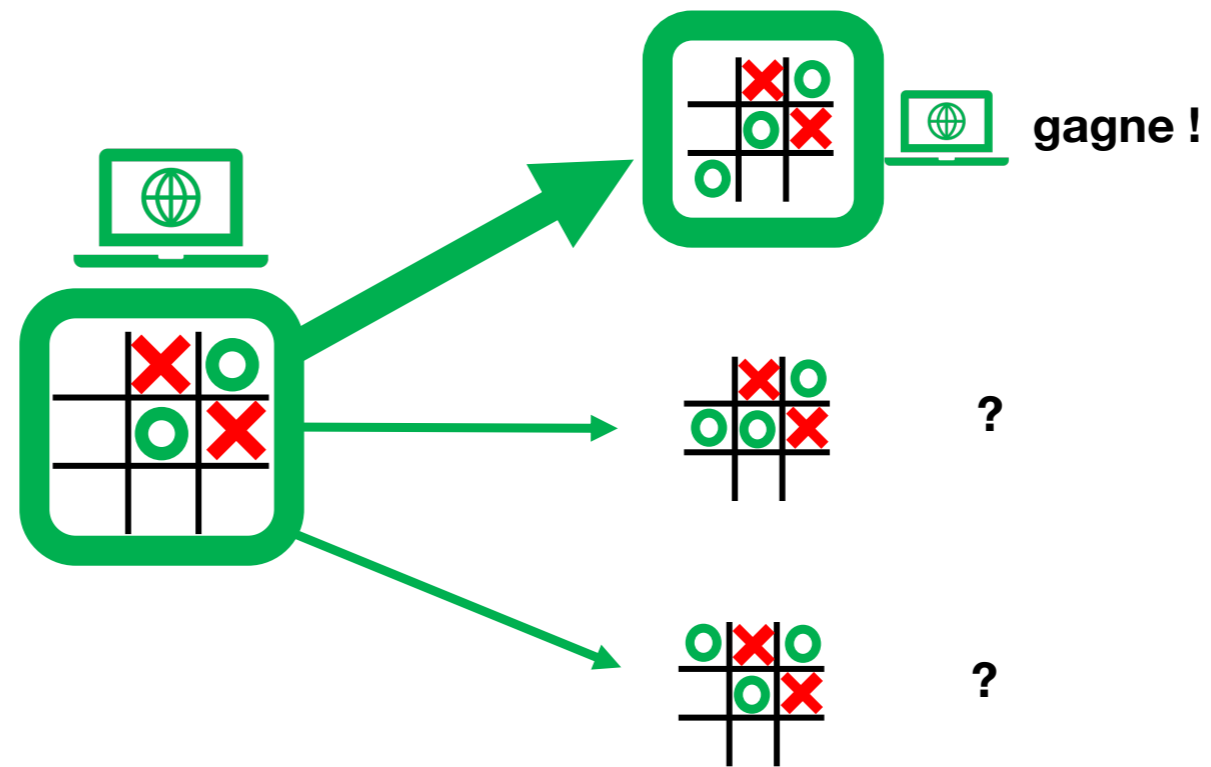




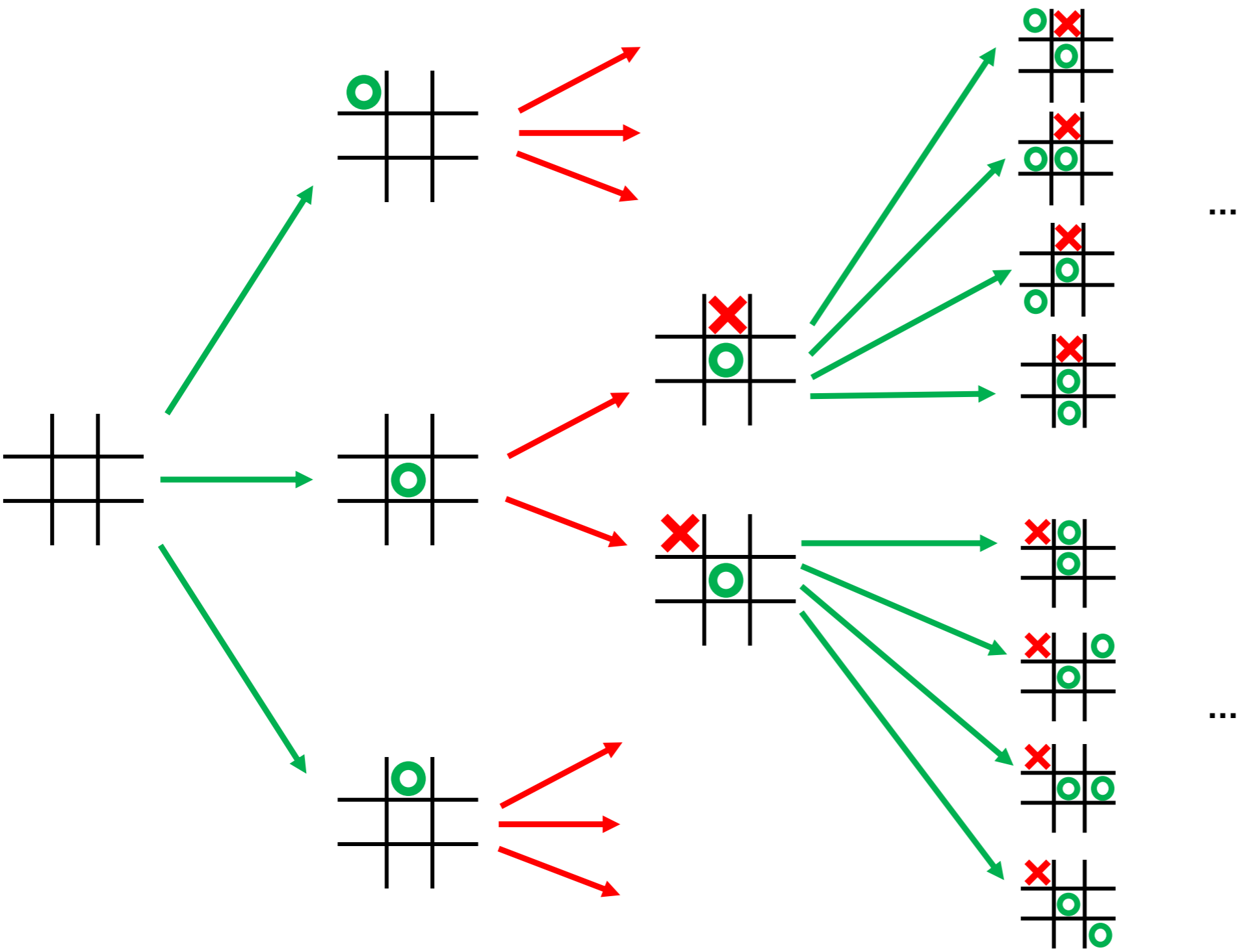
Comment faire pour trouver la meilleure stratégie possible pour l'ordinateur ?

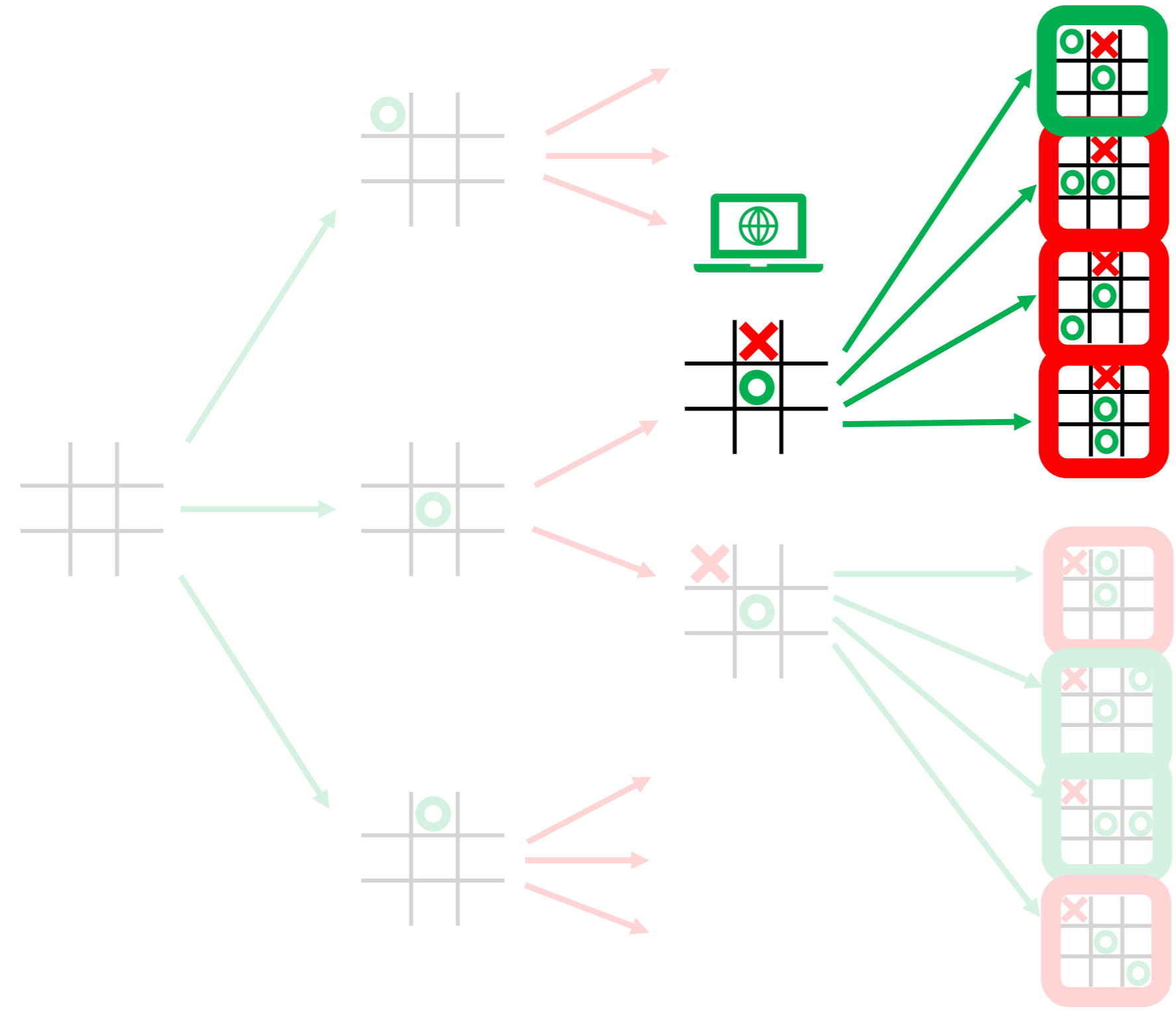


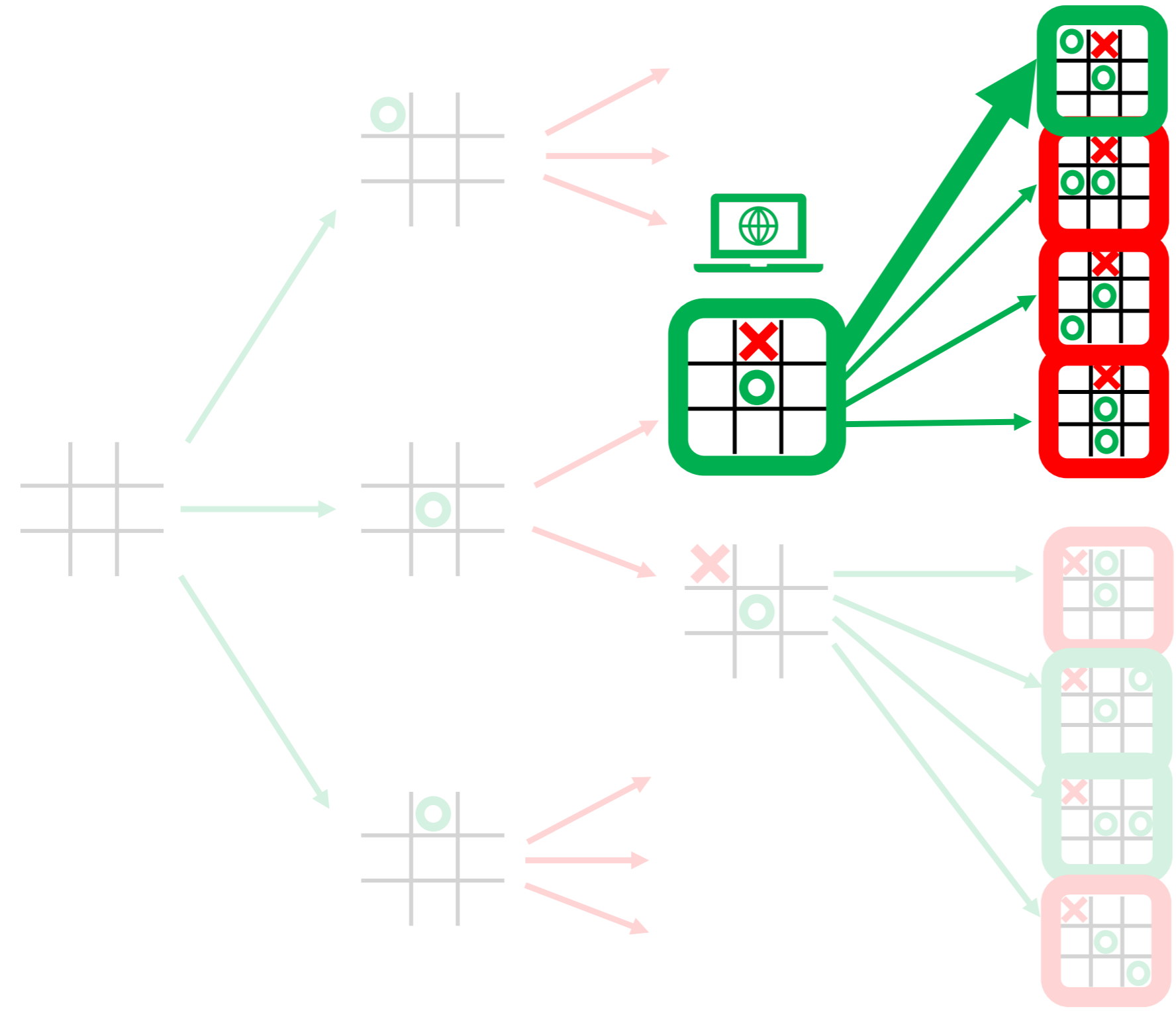
On remonte le temps !

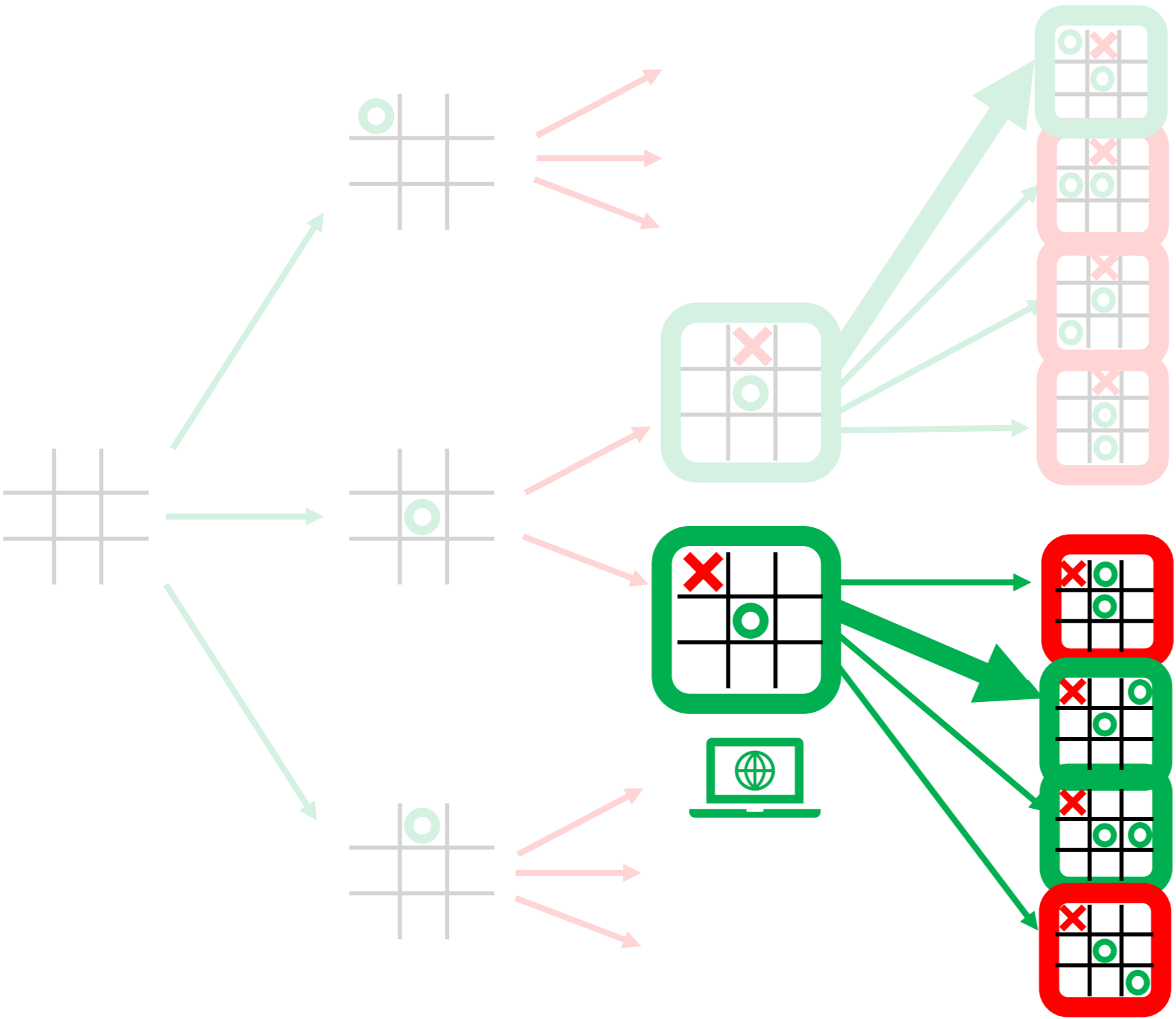


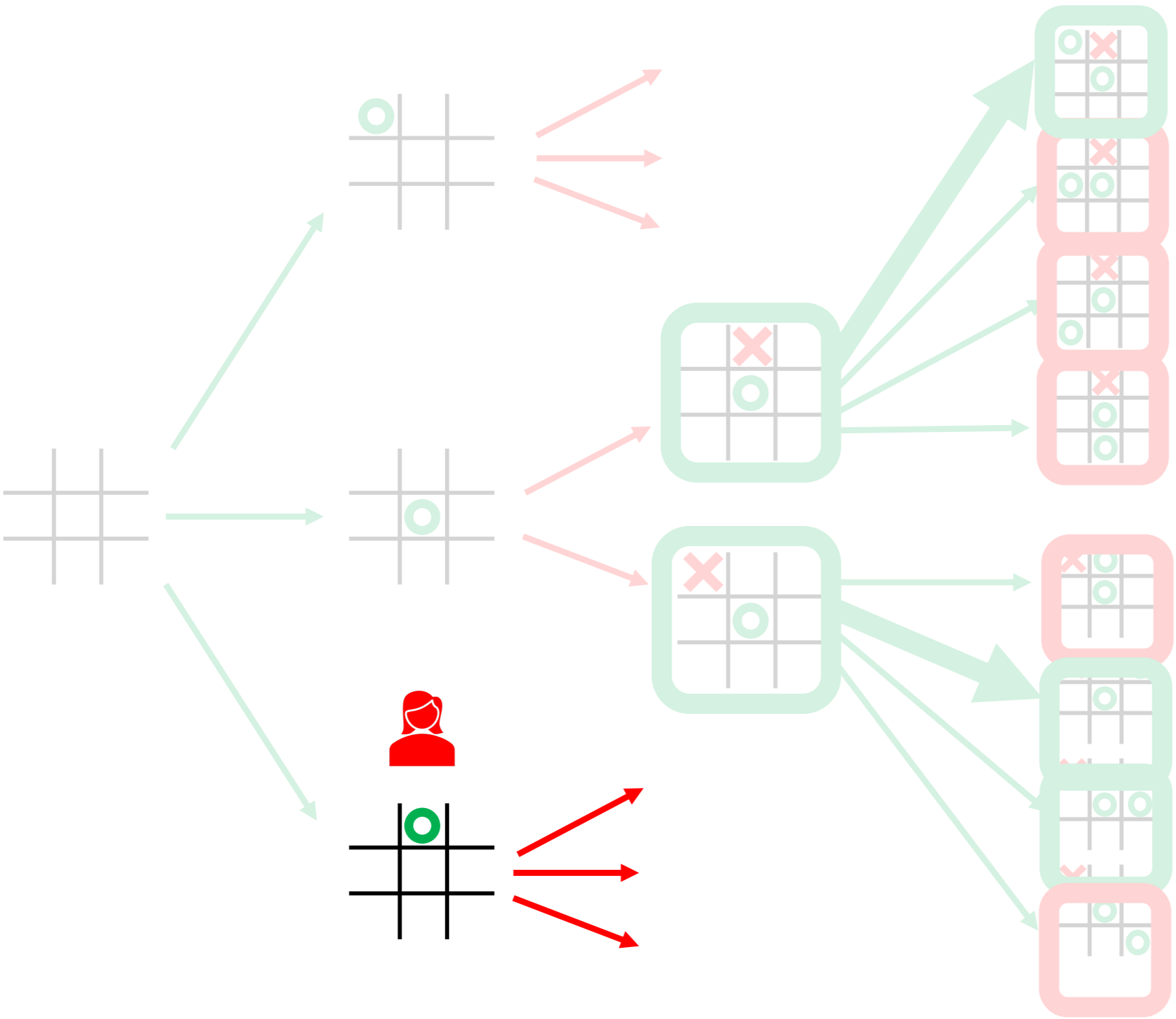
On remonte le temps !

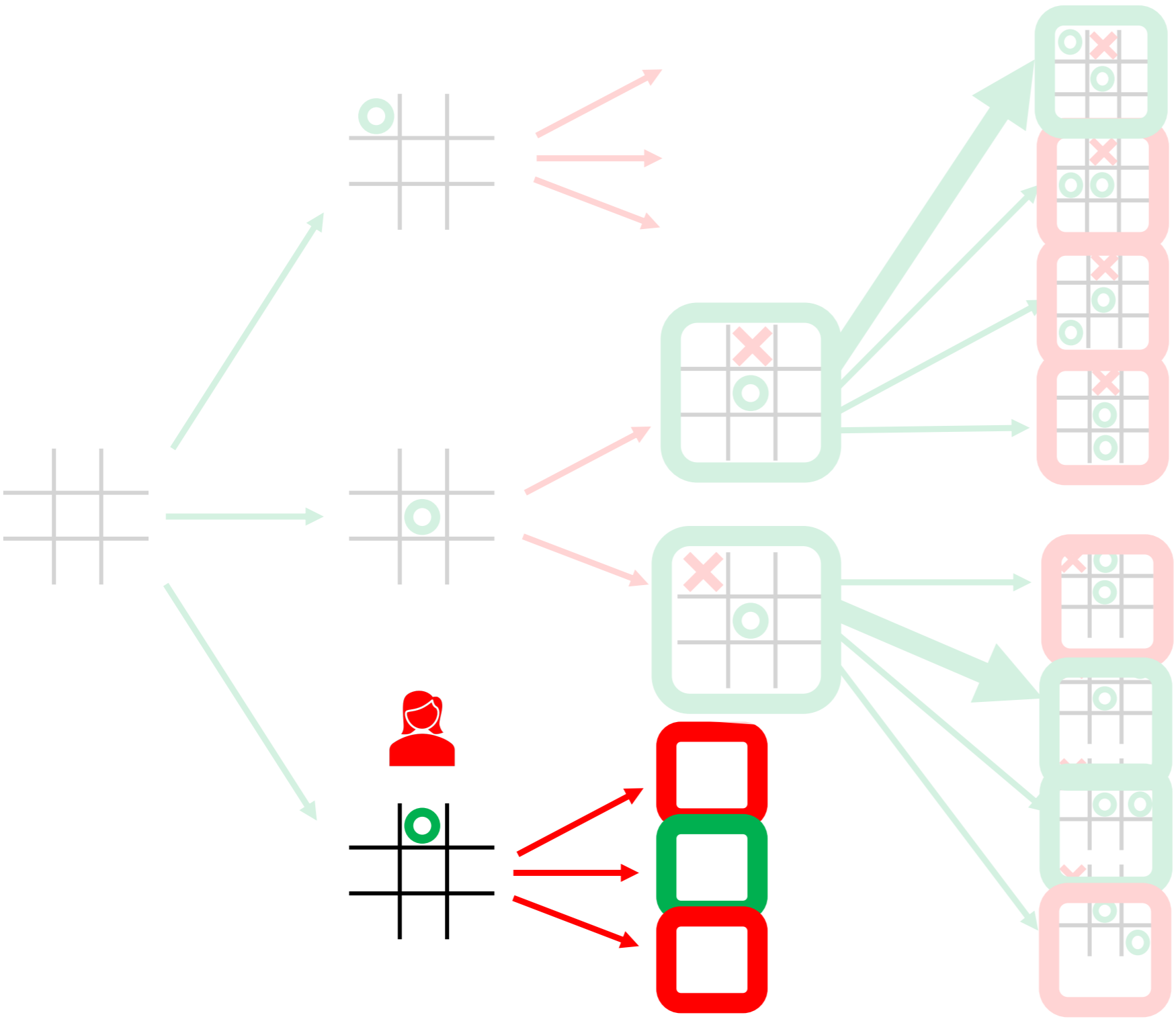


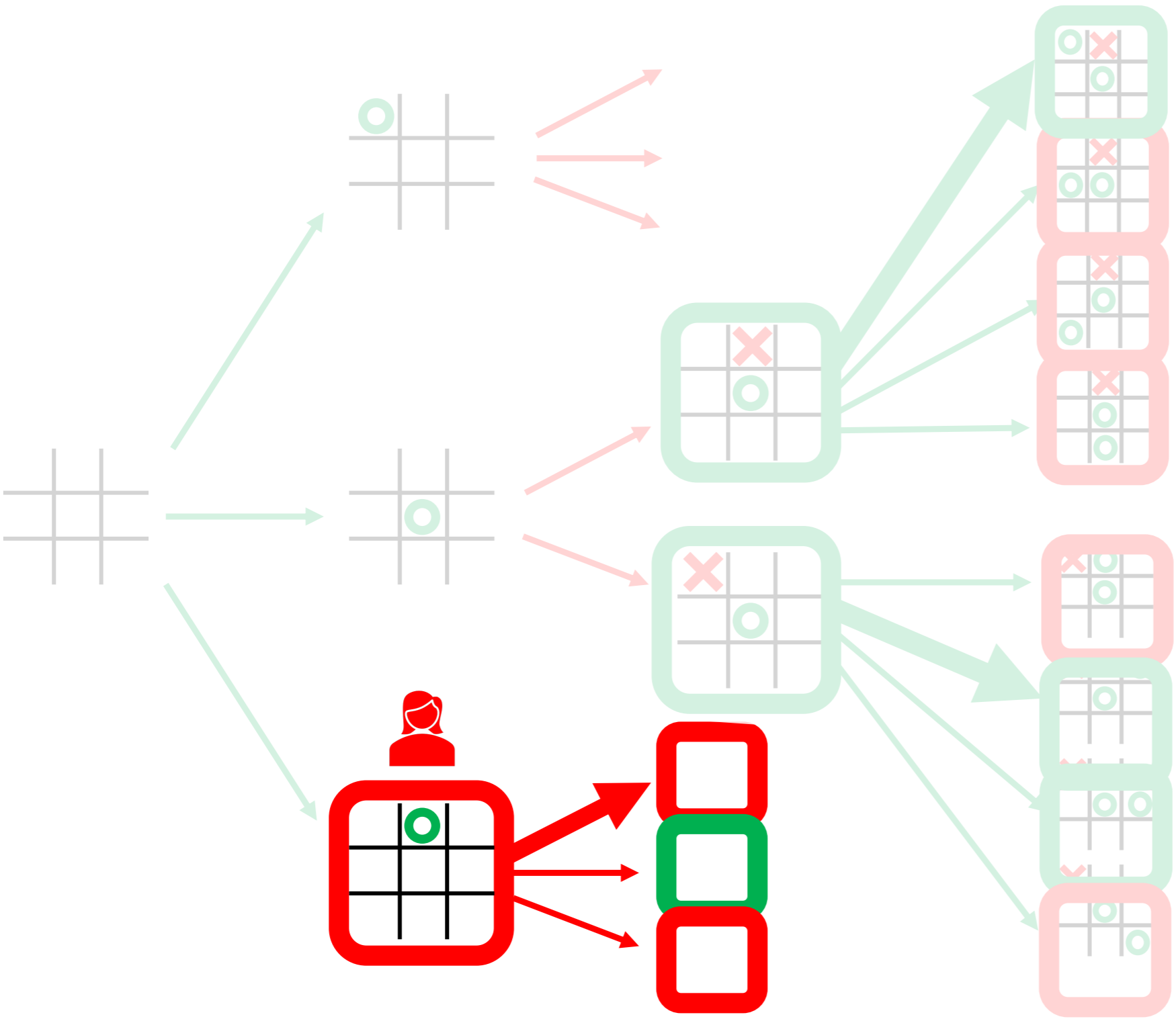


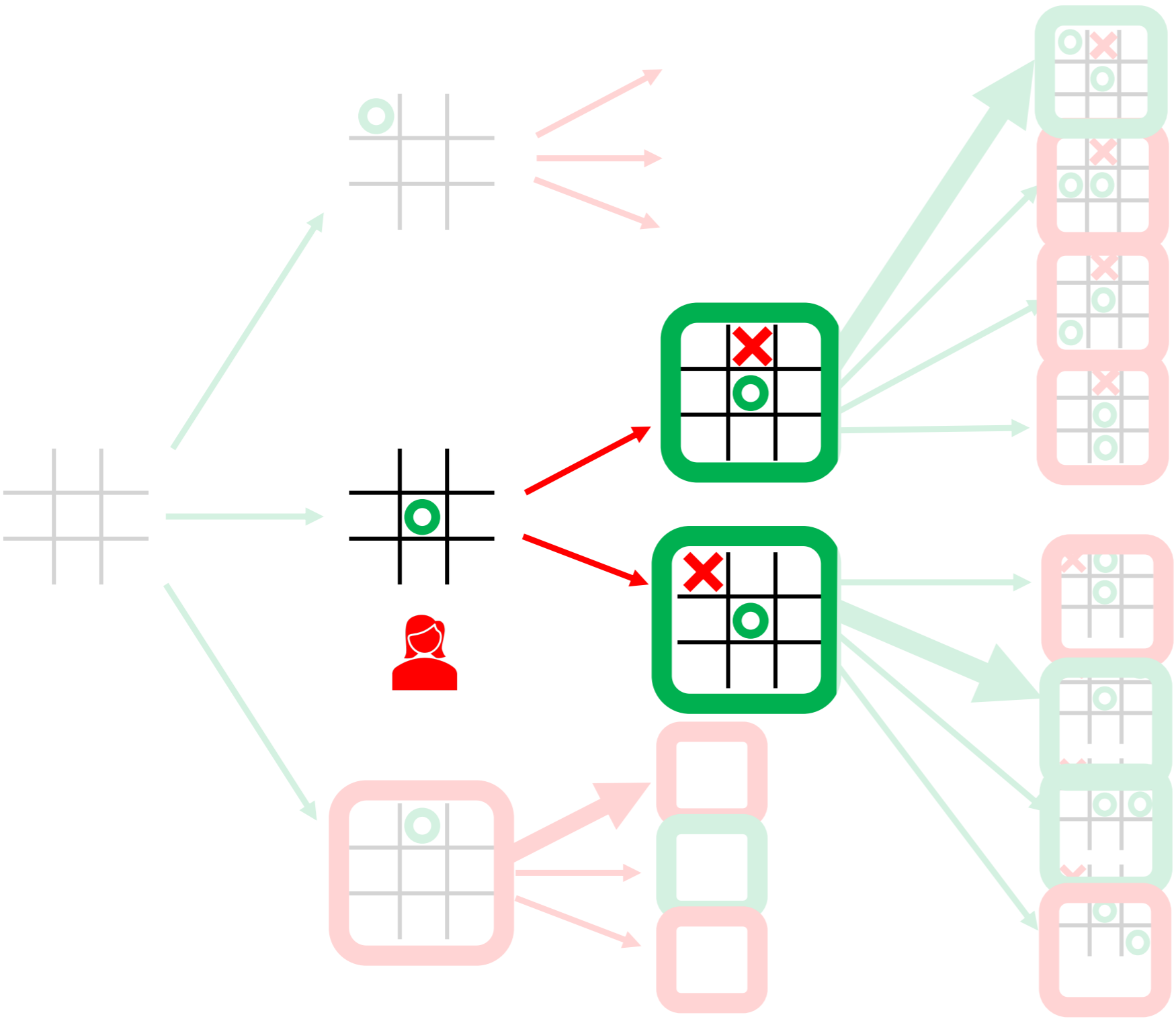


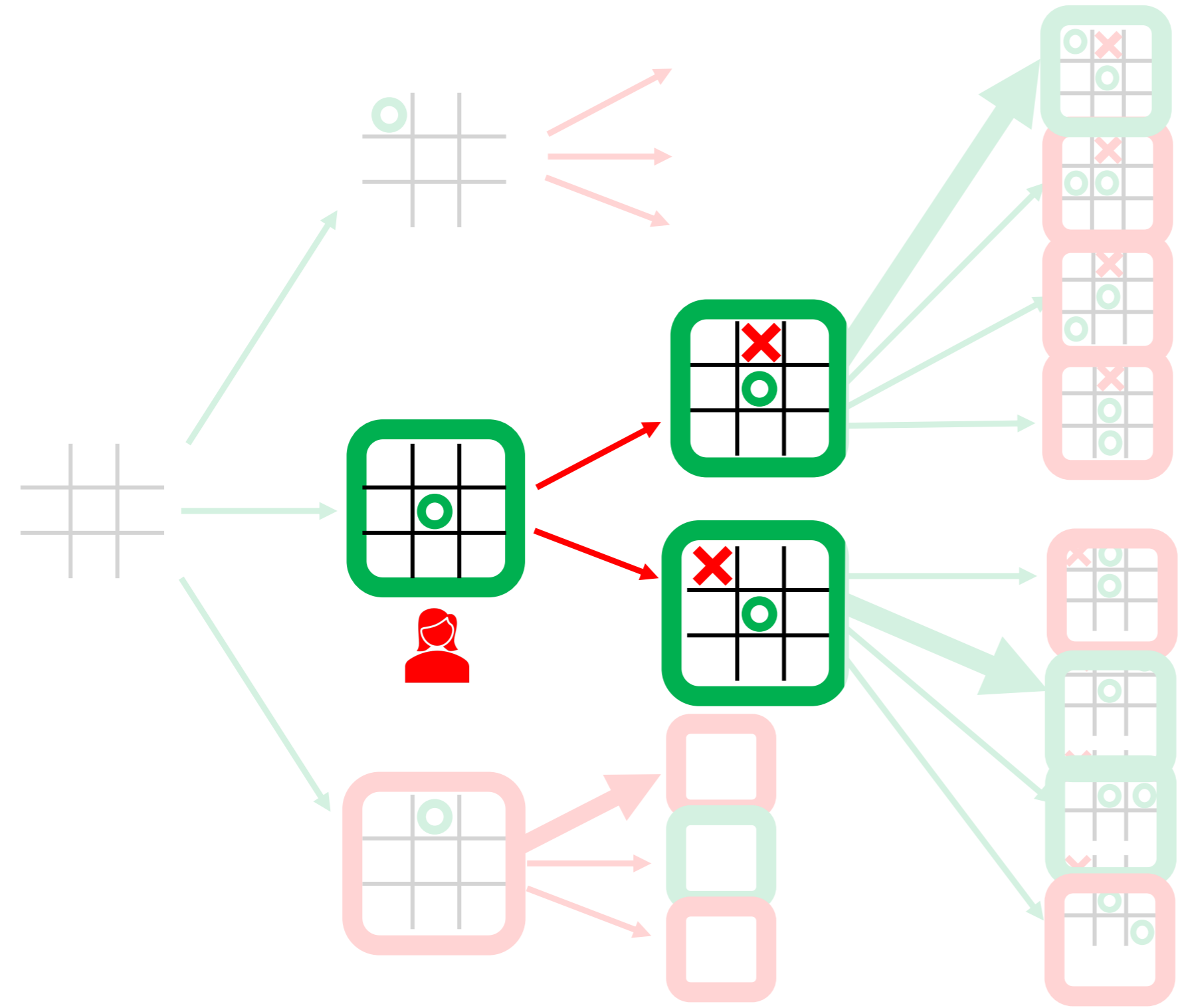


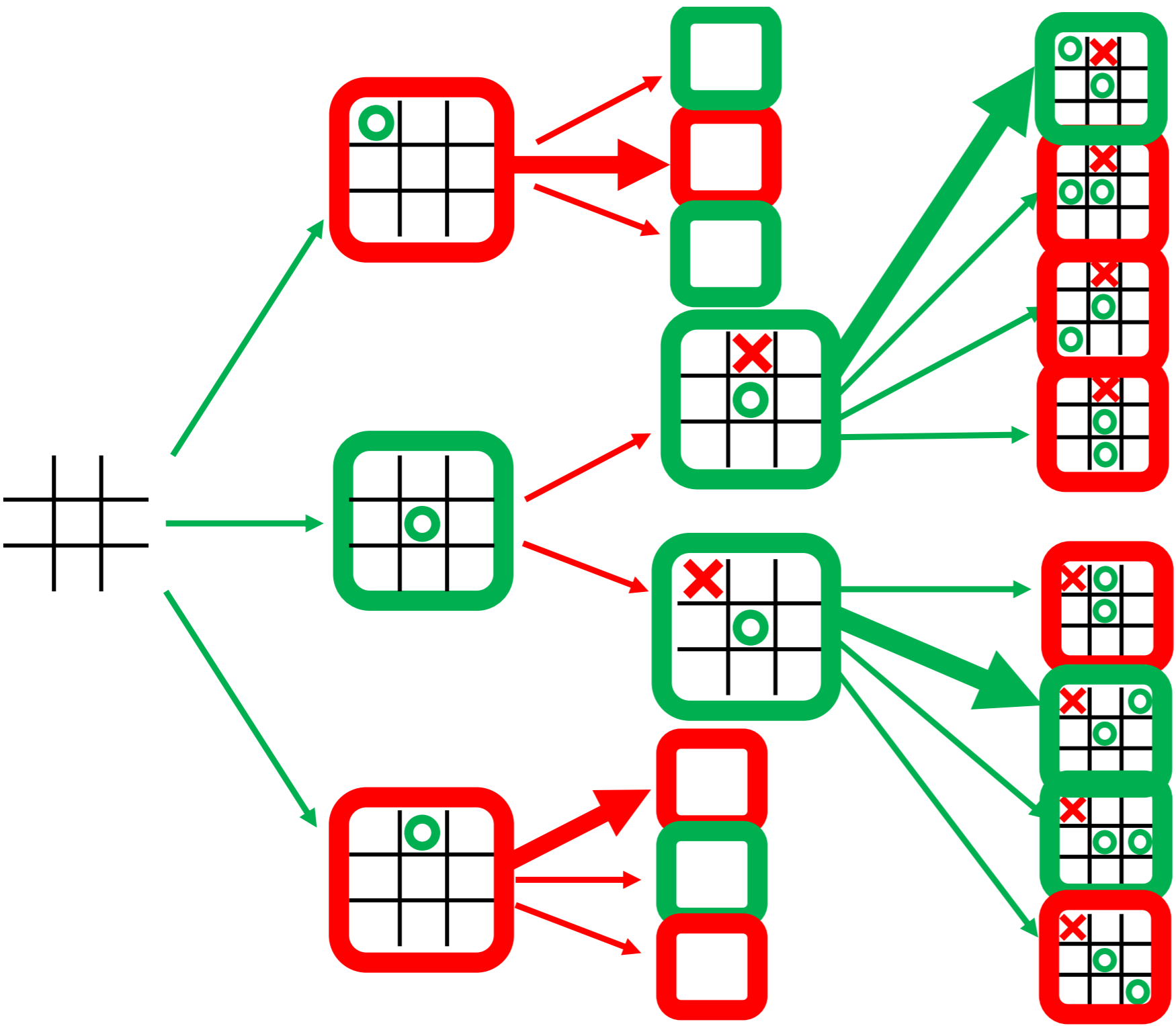


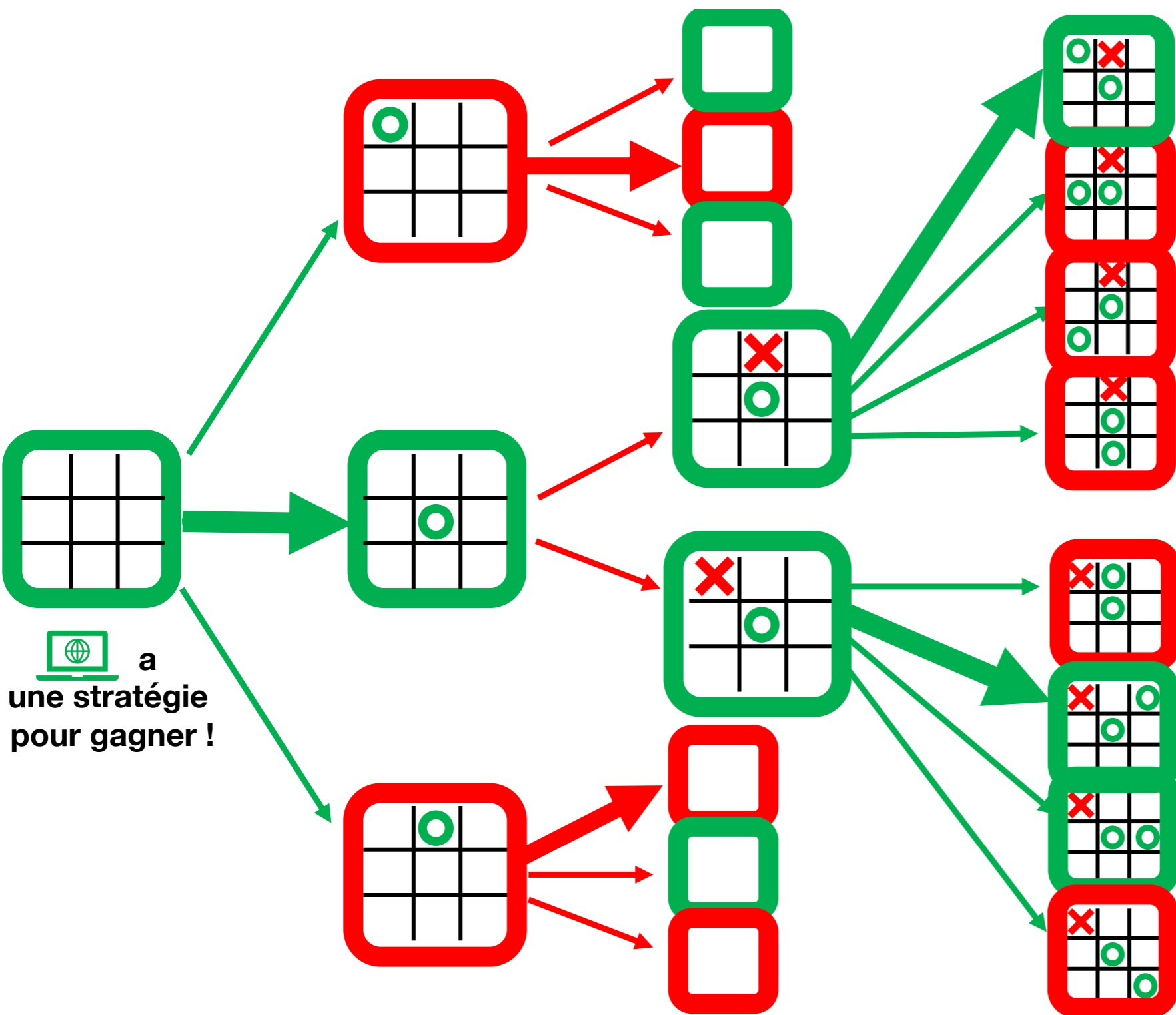












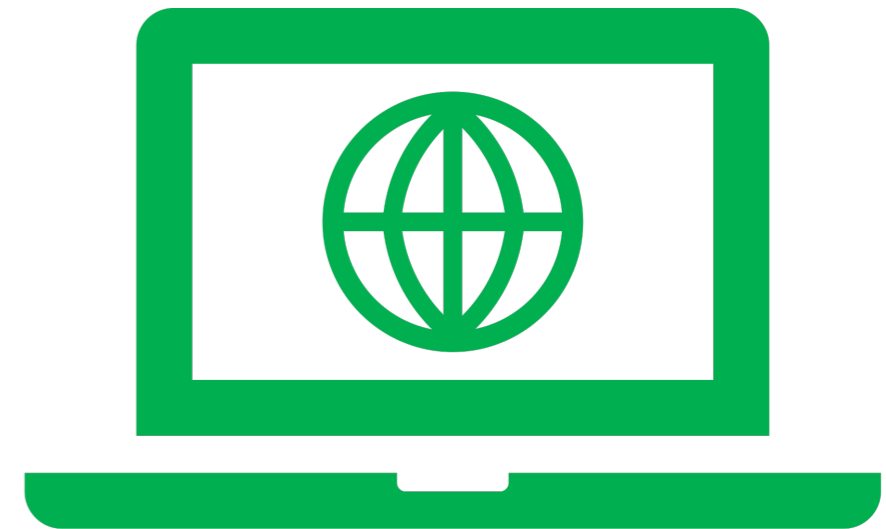
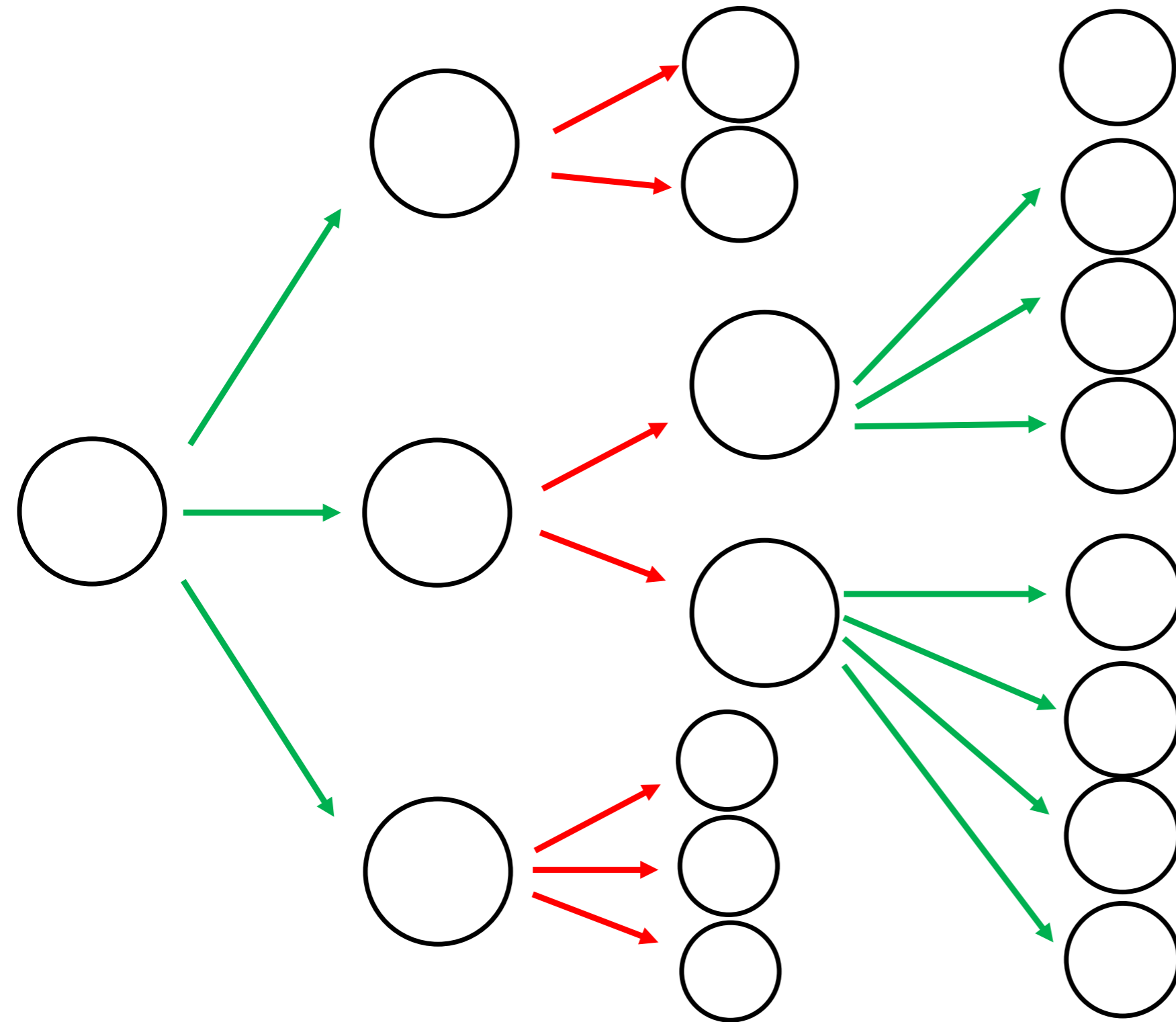
 a
une stratégie
pour gagner !

Stratégie = Programme

```
while not has_won():
    if # :
        play( # )
    elif # :
        play( # )
    elif # :
        play( # )
    elif...
```

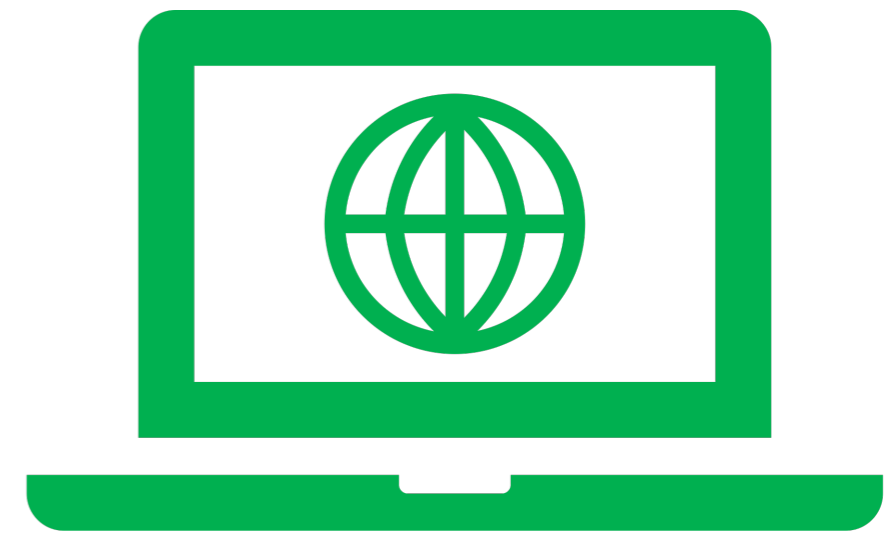
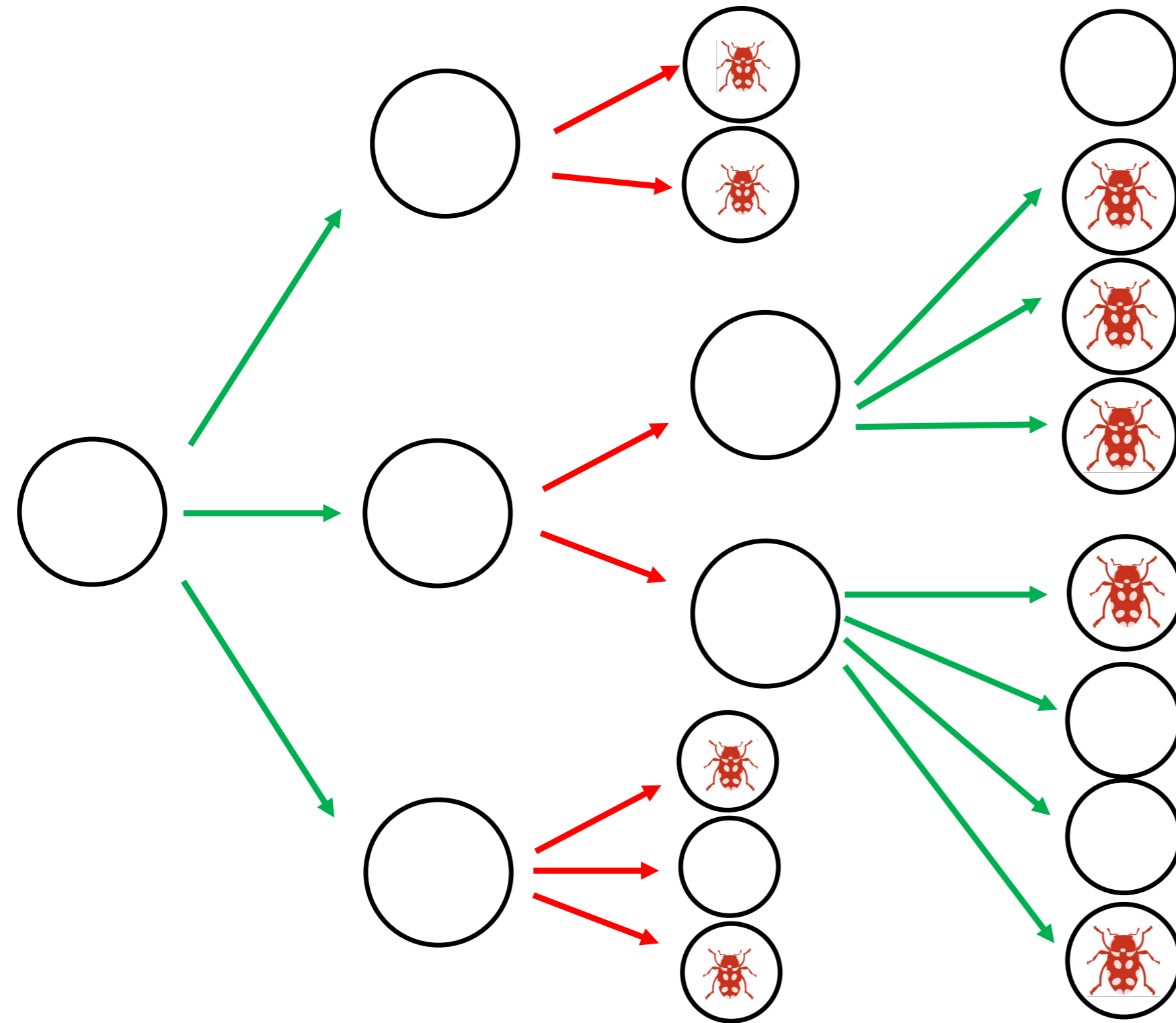
**Et si on évitait les
bugs en jouant ?...**

Un jeu pour la cybersécurité !

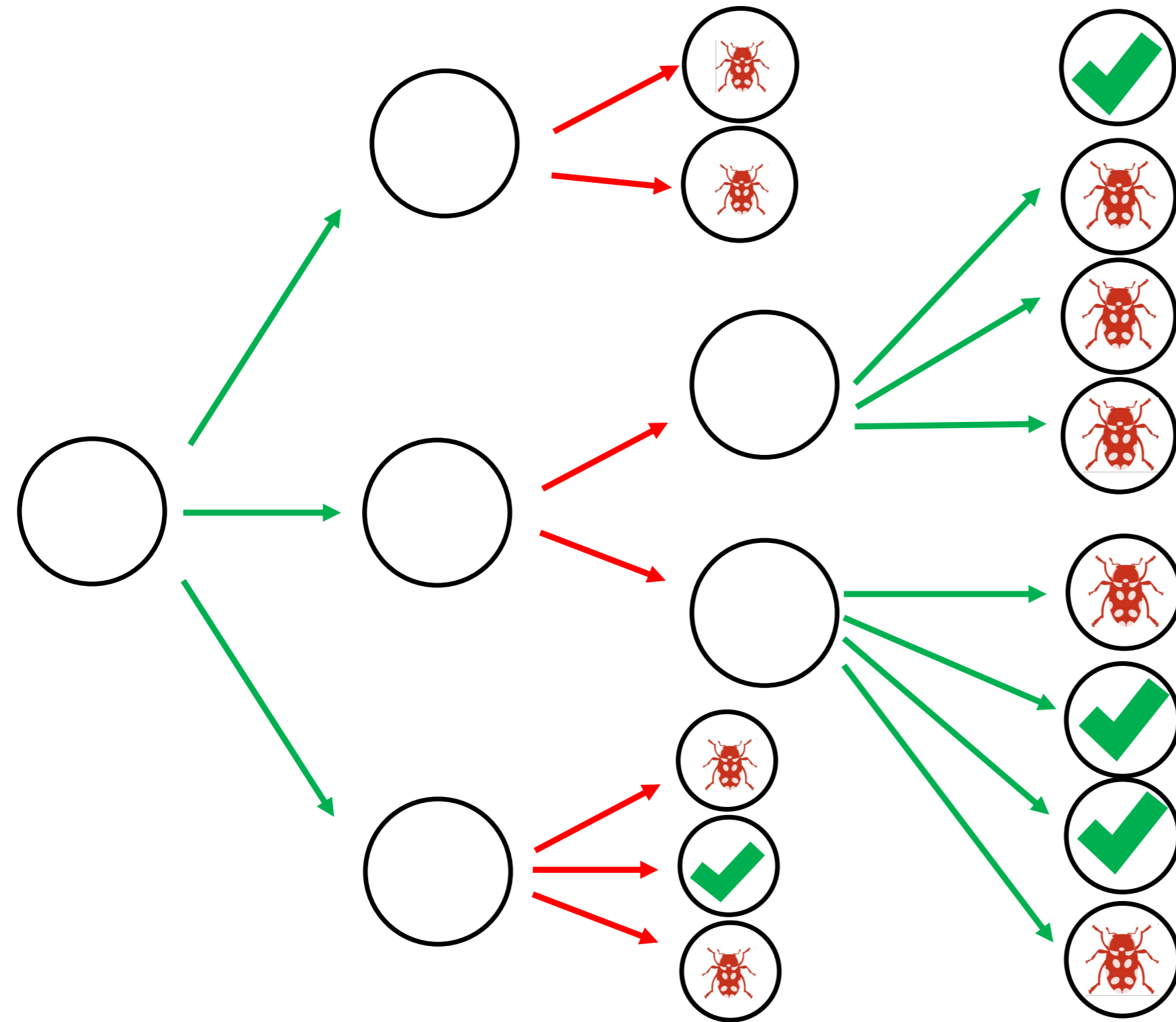


*Représente l'évolution possible du **systeme informatique** à vérifier...
et les actions possibles du **hacker attaquant**.*

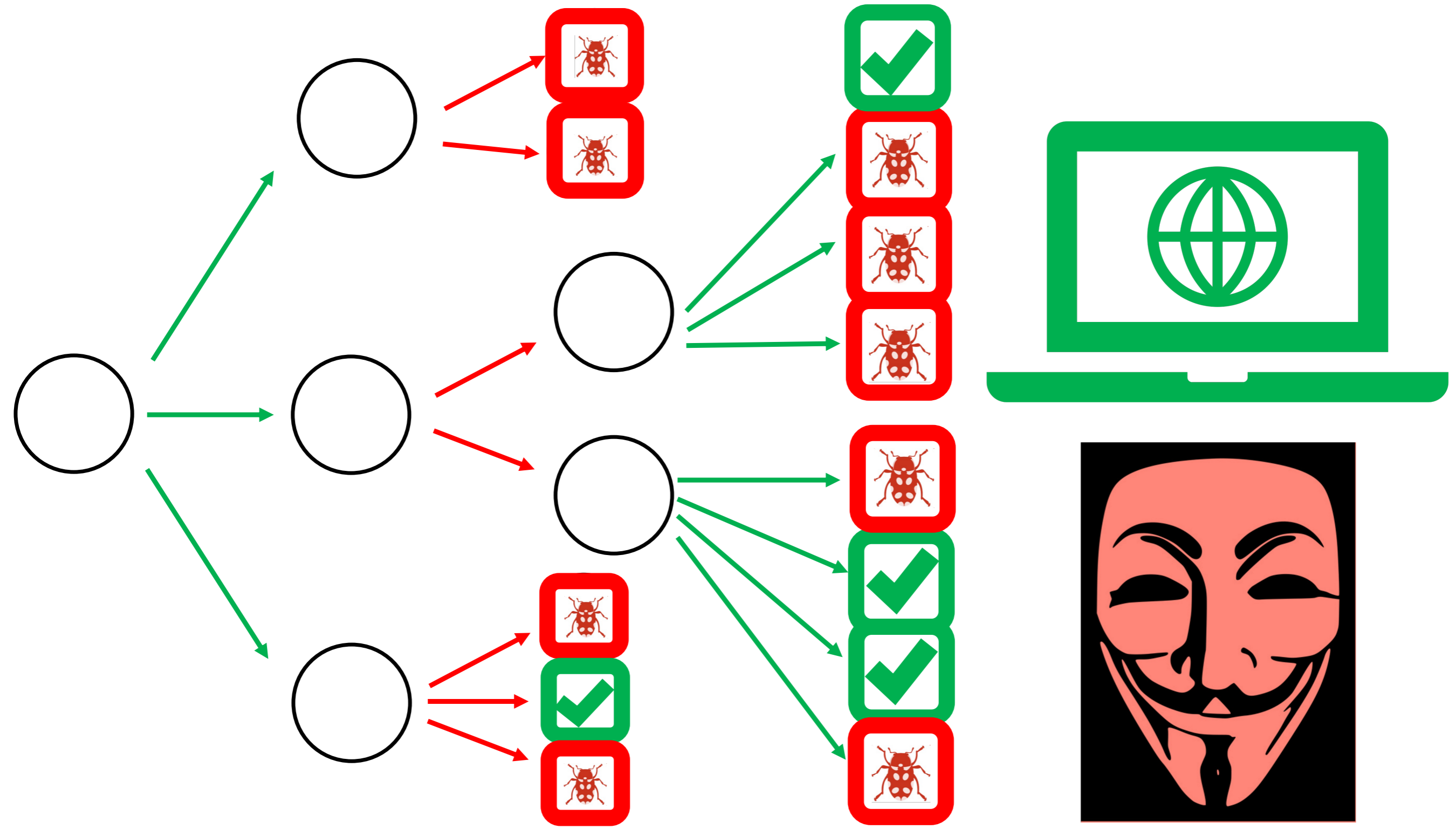
Un jeu pour la cybersécurité !



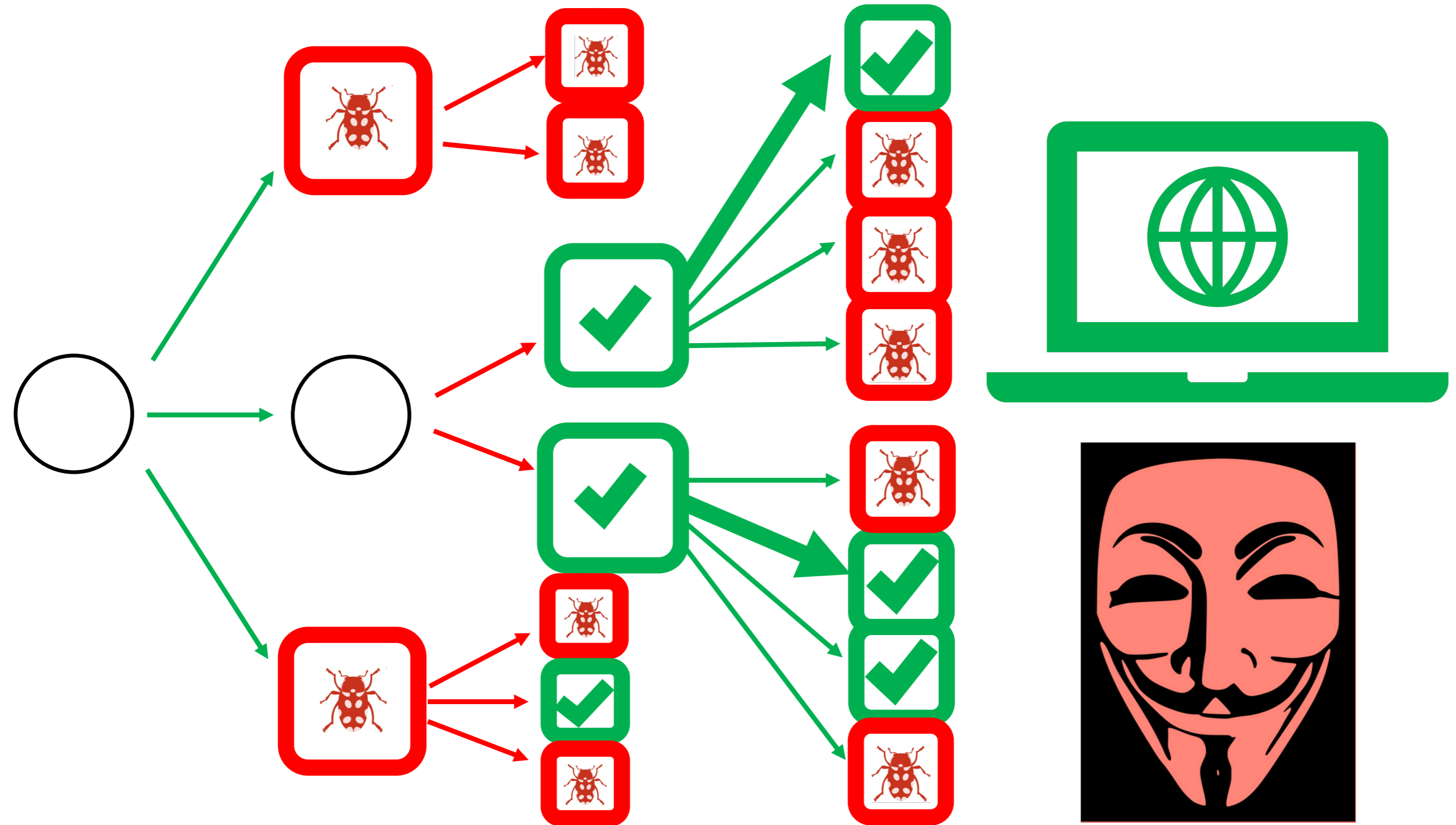
Un jeu pour la cybersécurité !



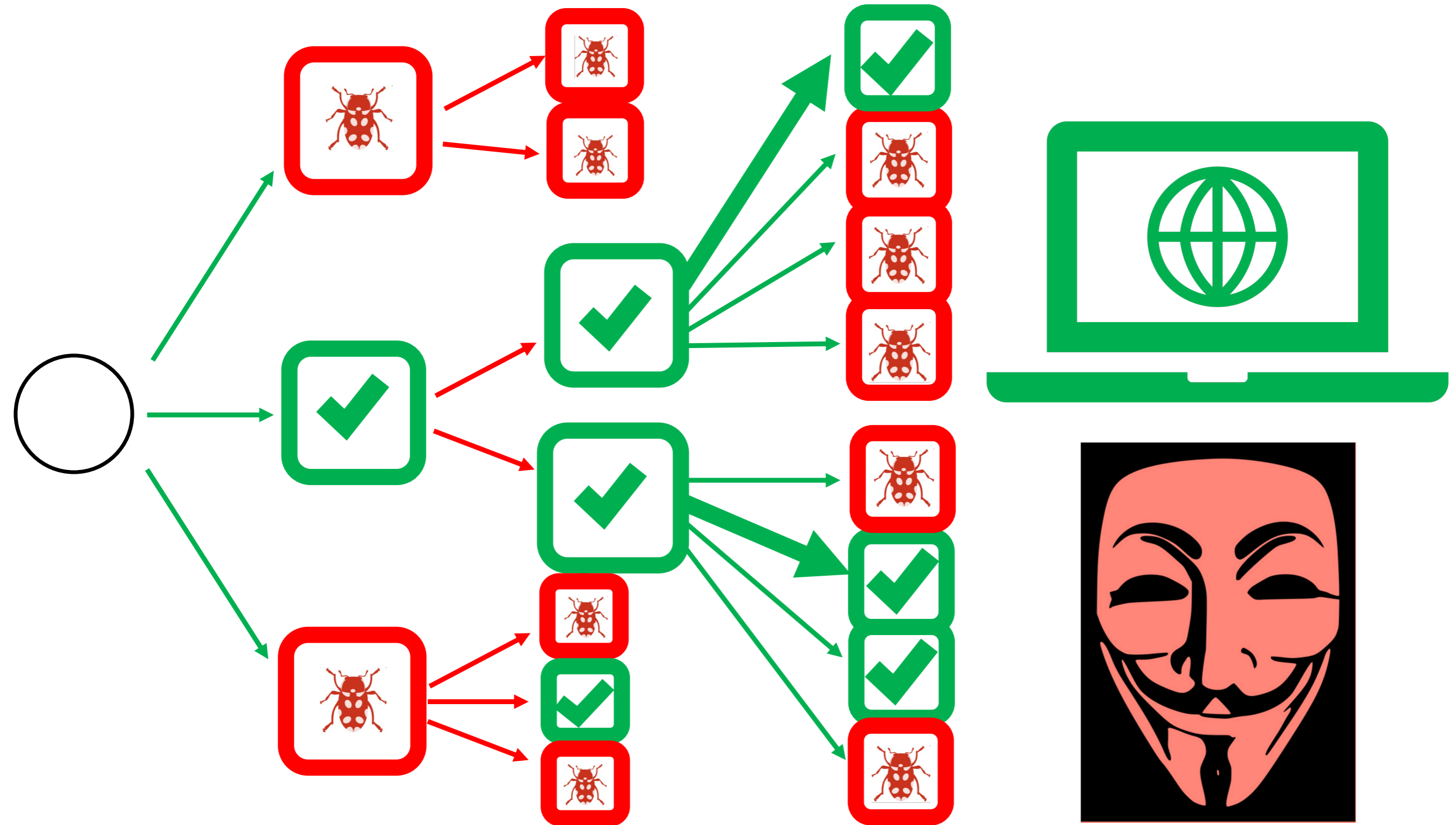
Un jeu pour la cybersécurité !



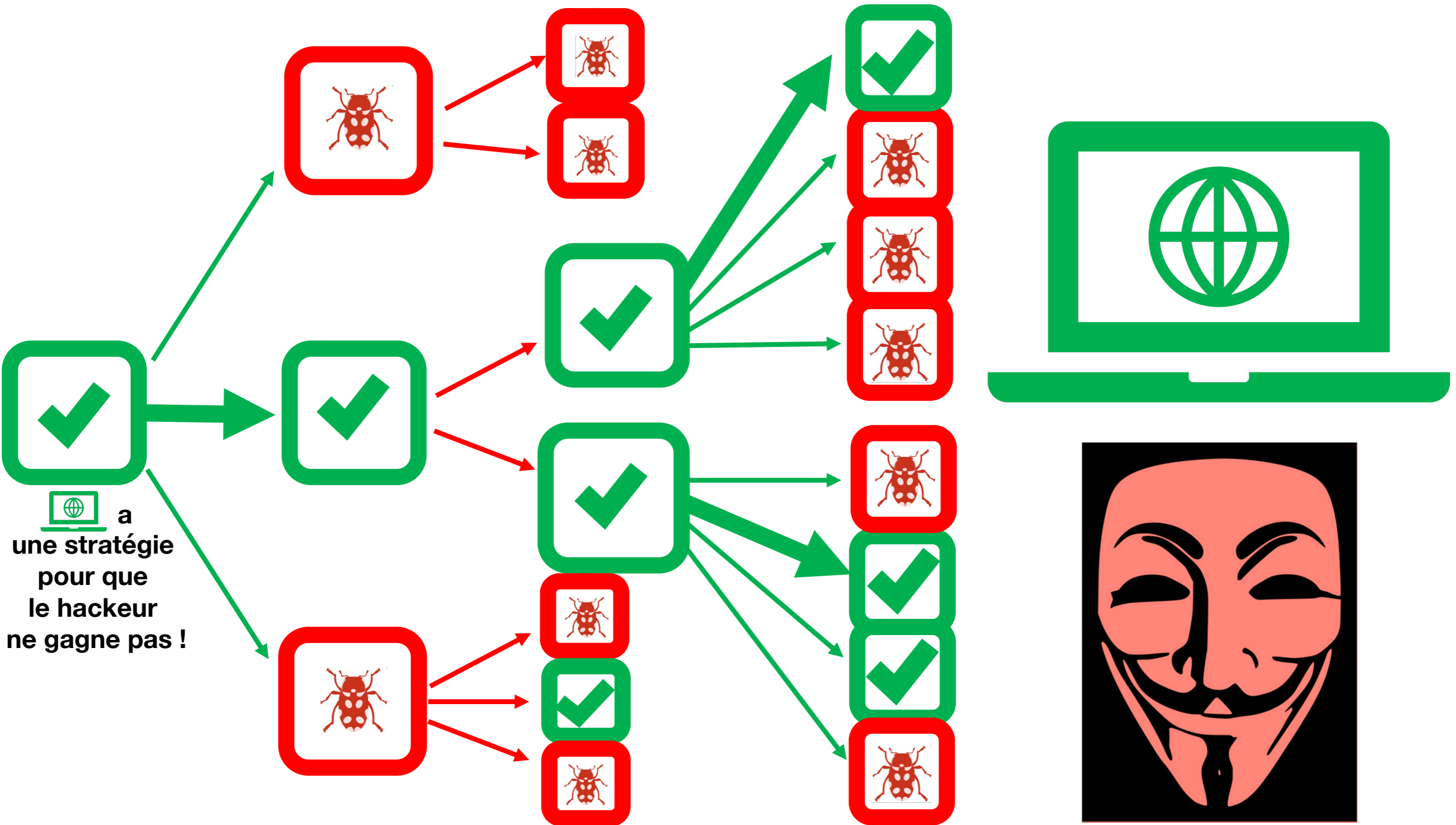
Un jeu pour la cybersécurité !



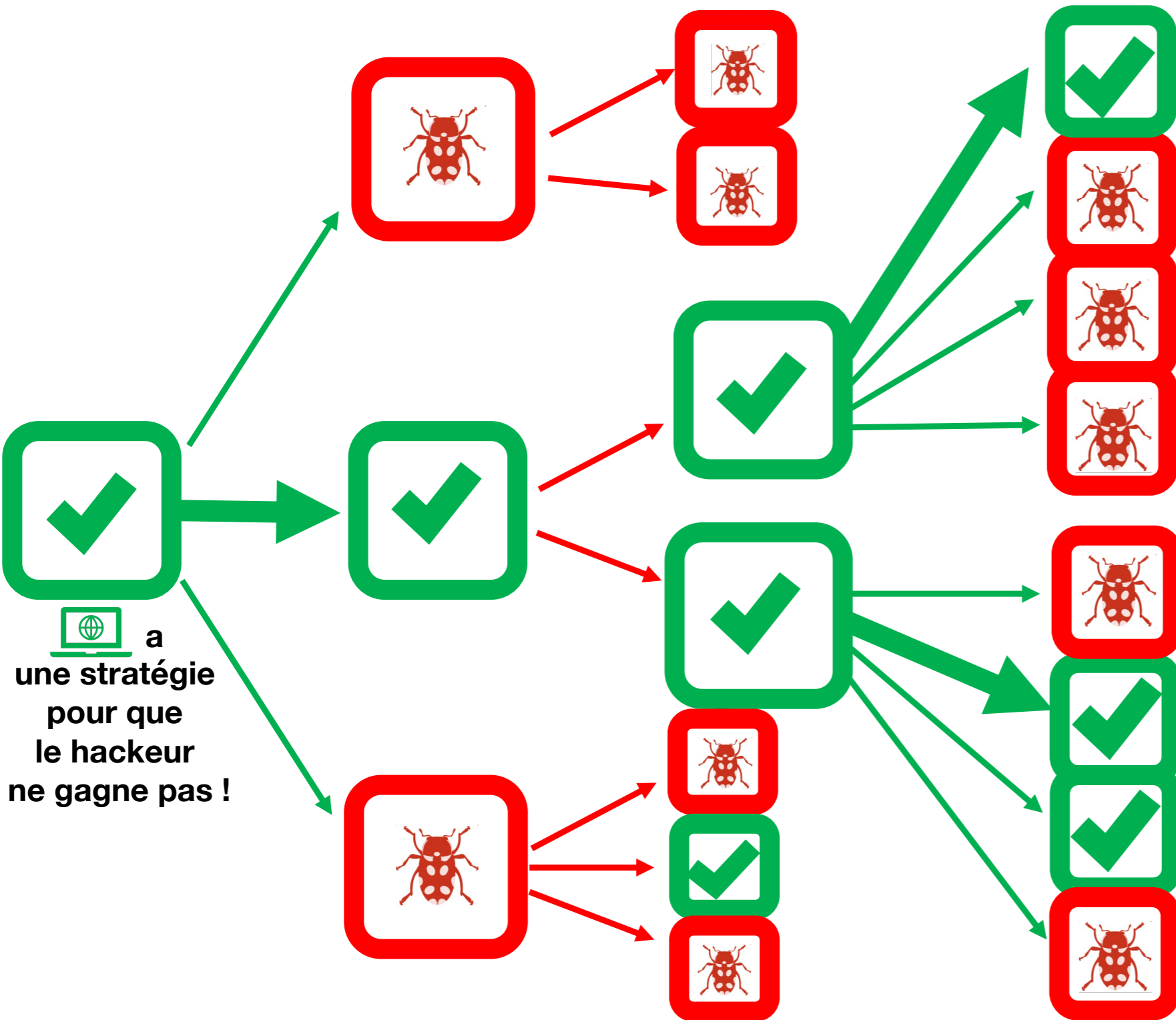
Un jeu pour la cybersécurité !



Un jeu pour la cybersécurité !



Un jeu pour la cybersécurité !



Stratégie = Programme critique

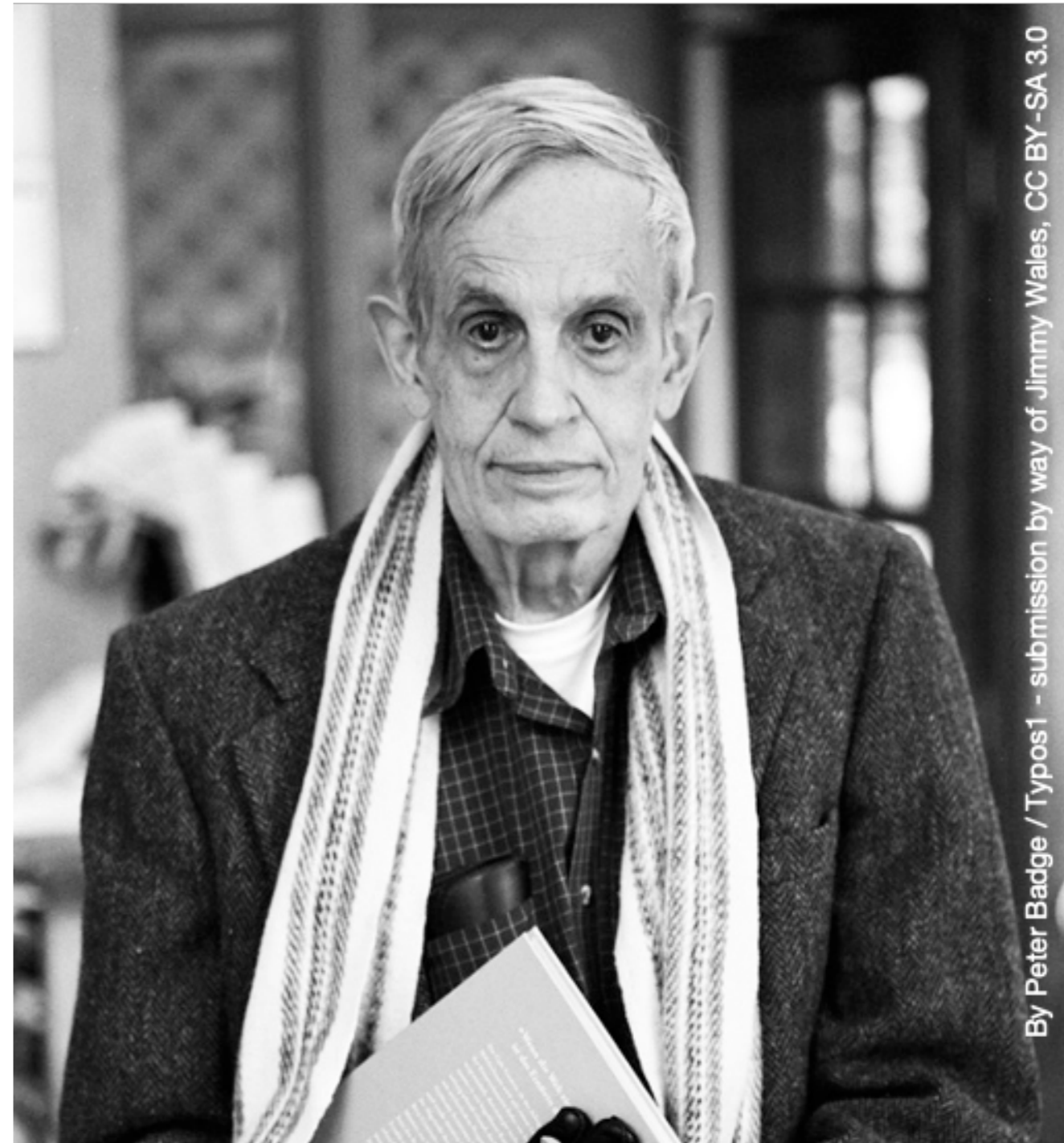
```
private Map<String, List<String>> menus =  
    new HashMap<String, List<String>>();  
  
public void putMenuItem(String menu, String item)  
{  
    List<String> items = menus.get(menu);  
    if (item == null)  
    {  
        items = new ArrayList<String>();  
        menus.put(menu, items);  
    }  
    items.add(item);  
}
```



Théorie des jeux

John Forbes Nash Jr. (1928—2015)

**analyse des
stratégies de
joueurs
qui s'affrontent
pour gagner**



Dilemme des prisonniers

	Clyde trahit	Clyde est fidèle
Bonnie trahit	5 ans 5 ans	9 ans libre
Bonnie est fidèle	libre 9 ans	2 ans 2 ans

Dilemme des prisonniers



	Clyde trahit	Clyde est fidèle
Bonnie trahit	5 ans 5 ans	9 ans libre
Bonnie est fidèle	libre 9 ans	2 ans 2 ans

Dilemme des prisonniers



	Clyde trahit	Clyde est fidèle
Bonnie trahit	5 ans 5 ans	9 ans libre
Bonnie est fidèle	libre 9 ans	2 ans 2 ans

Dilemme des prisonniers

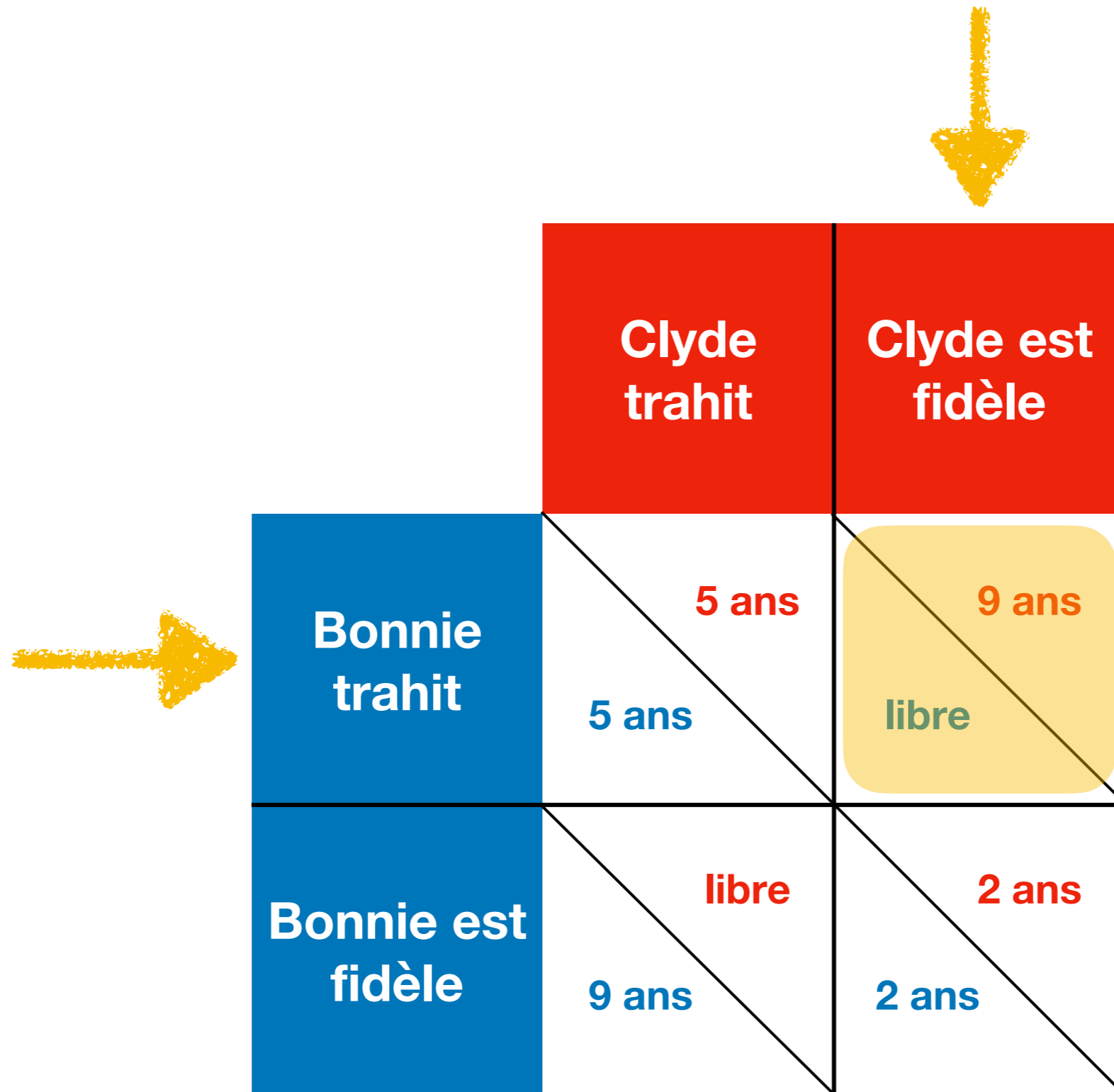


Hmmm.... j'ai intérêt à trahir Clyde !!!

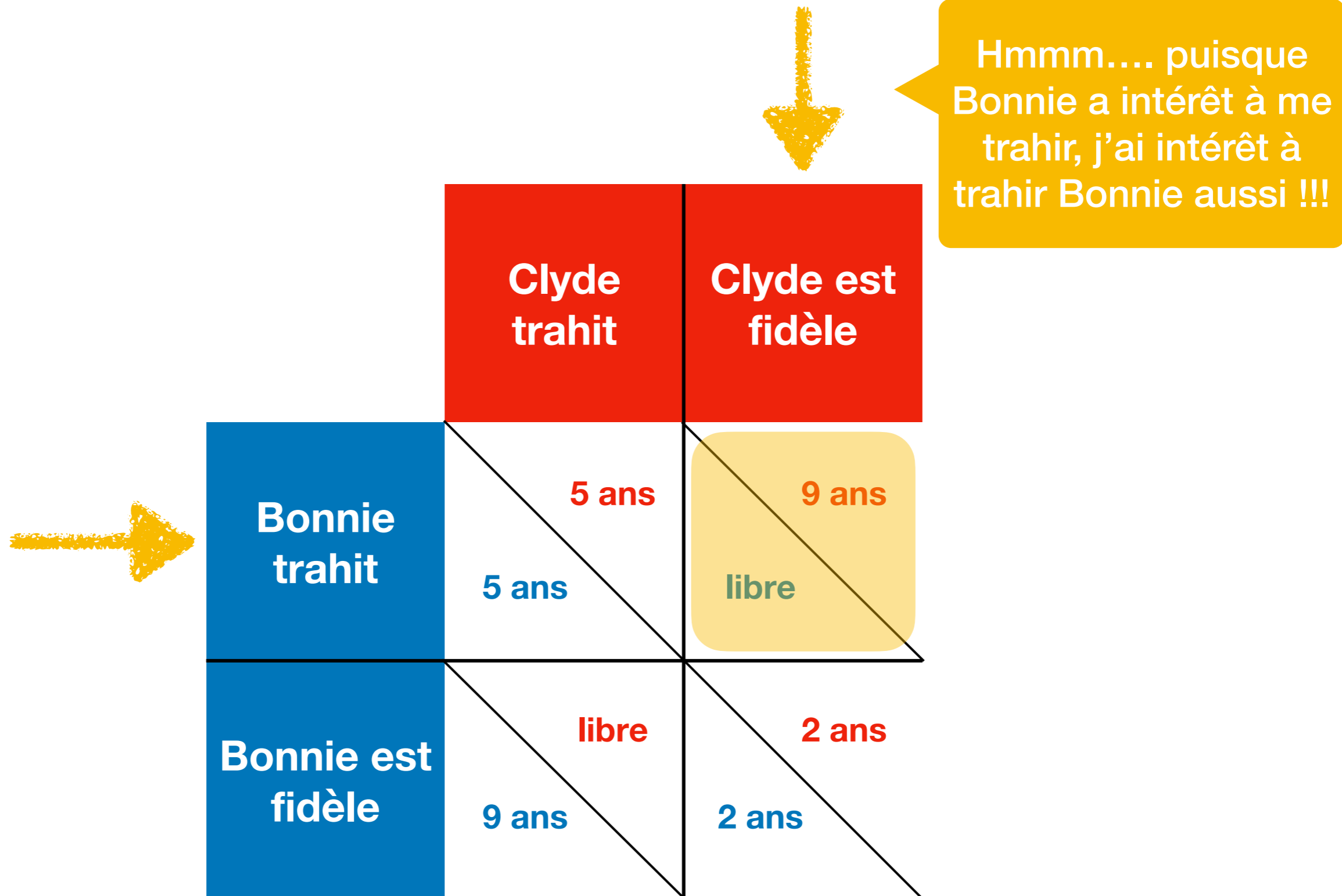


	Clyde trahit	Clyde est fidèle
Bonnie trahit	5 ans 5 ans	9 ans libre
Bonnie est fidèle	libre 9 ans	2 ans 2 ans

Dilemme des prisonniers



Dilemme des prisonniers

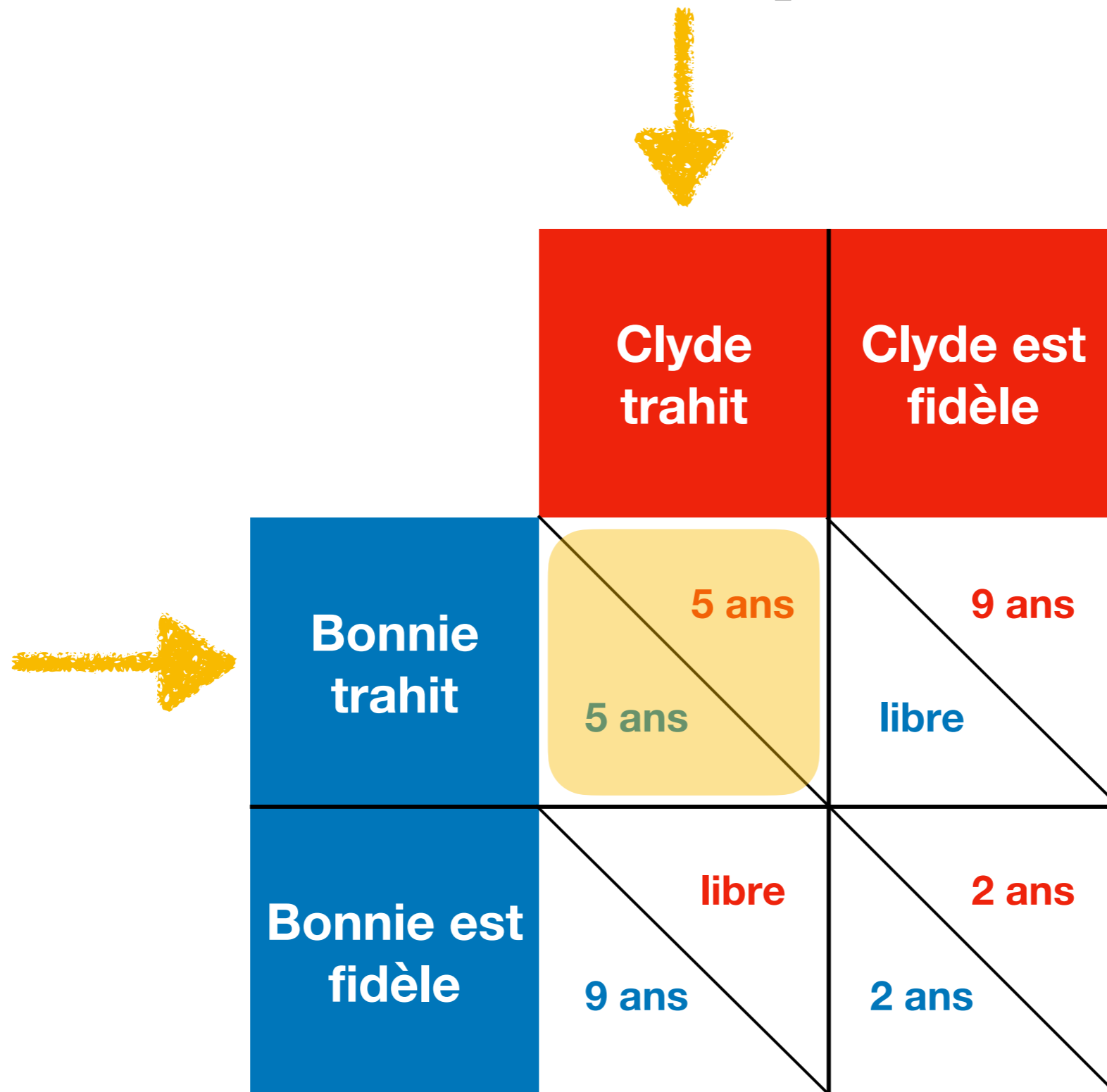


Dilemme des prisonniers



	Clyde trahit	Clyde est fidèle
Bonnie trahit	5 ans 5 ans	9 ans libre
Bonnie est fidèle	libre 9 ans	2 ans 2 ans

Dilemme des prisonniers

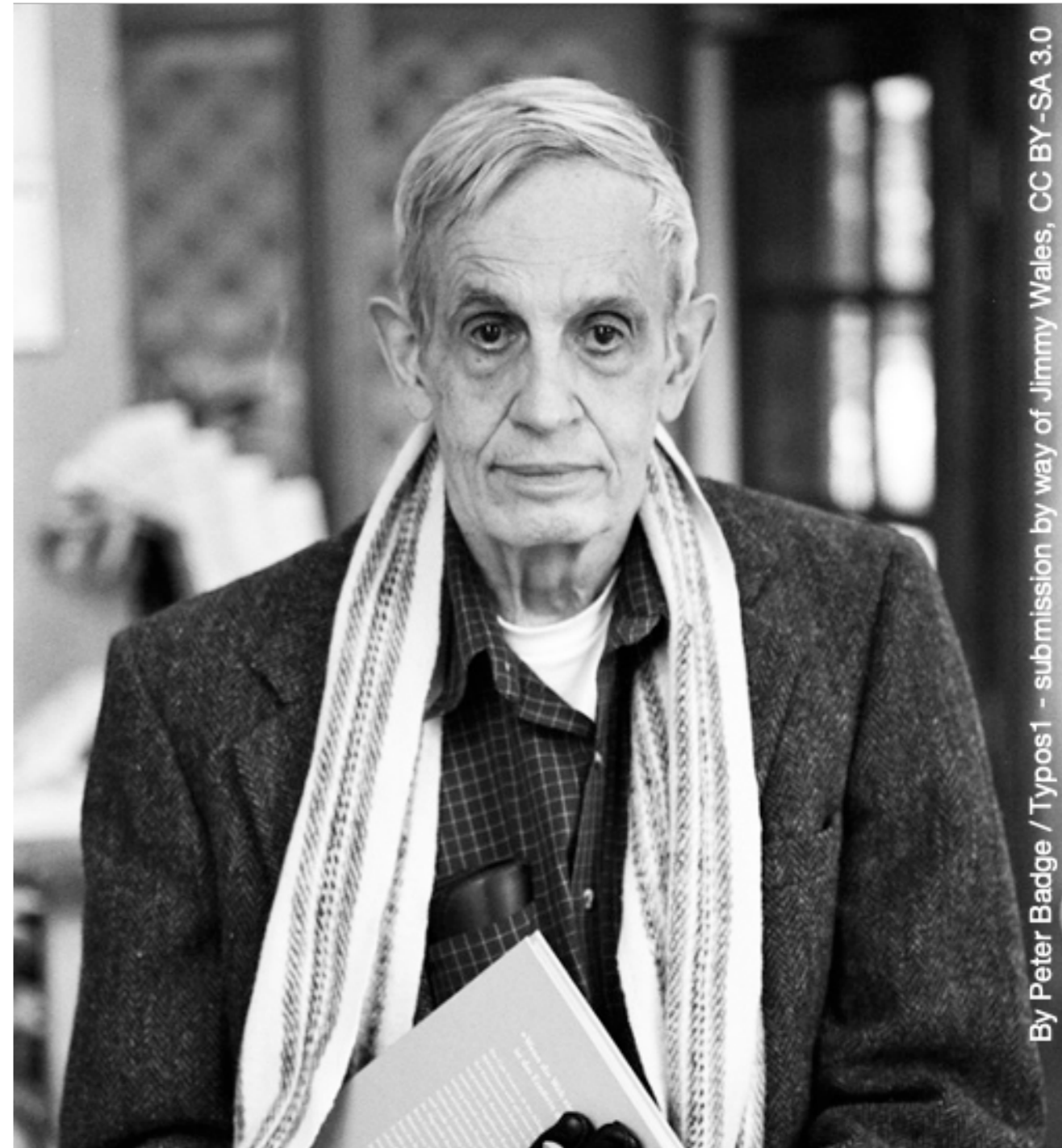


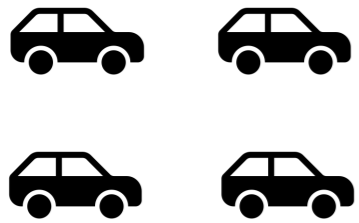
La seule situation stable est celle où le couple de prisonniers passe globalement le plus de temps en prison !...

Équilibre de Nash

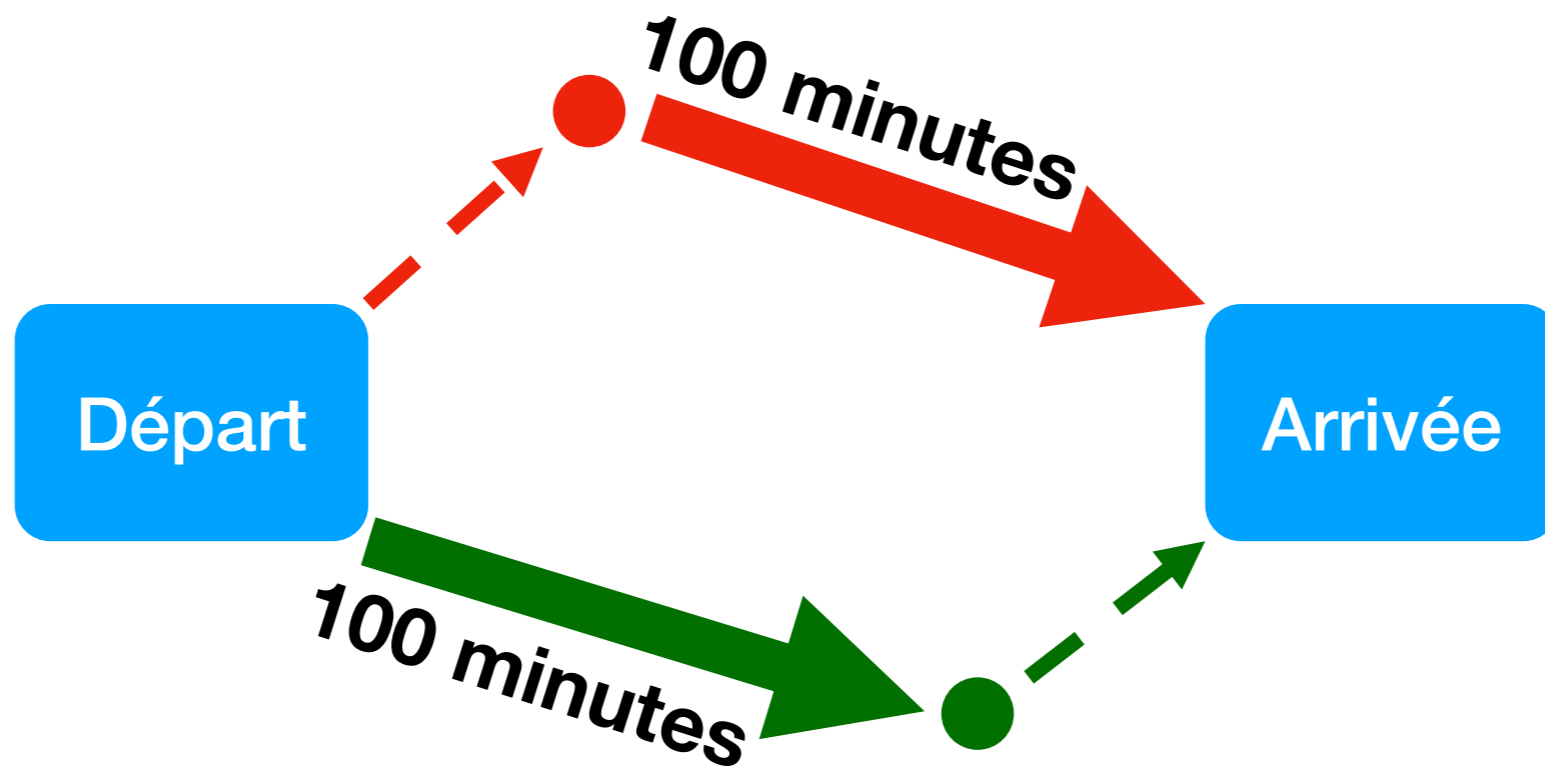
John Forbes Nash Jr. (1928—2015)

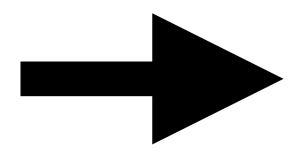
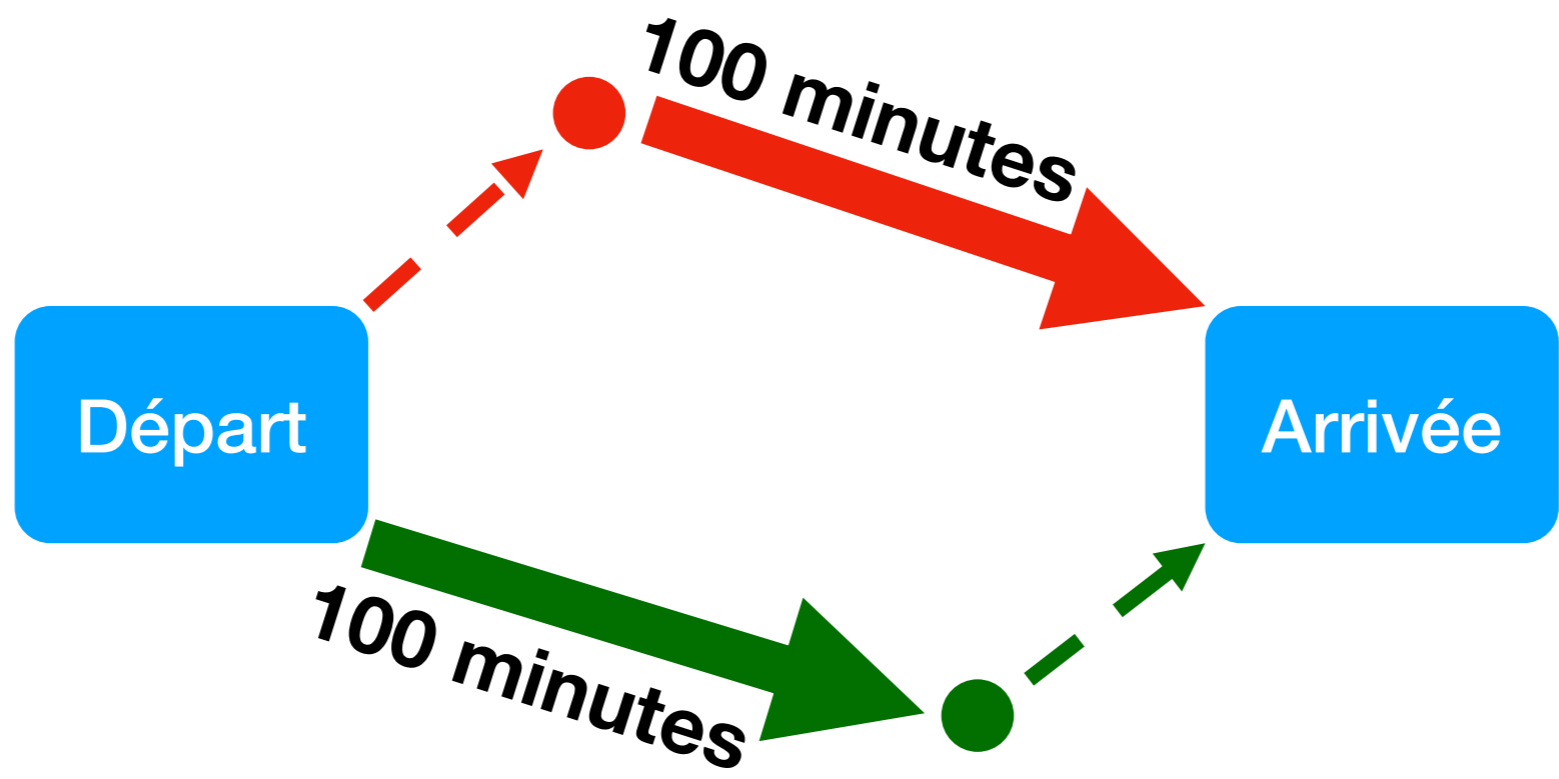
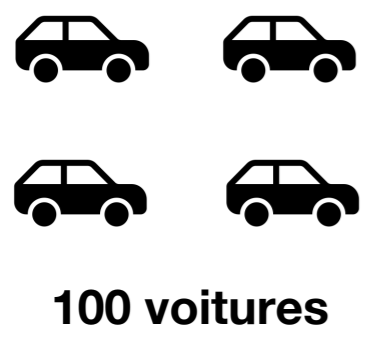
Profil de stratégies
où **aucun des
joueurs n'a
intérêt à dévier de
sa stratégie**
(pour augmenter son
profit dans le jeu)





100 voitures

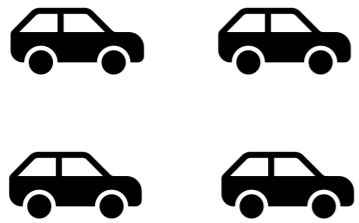




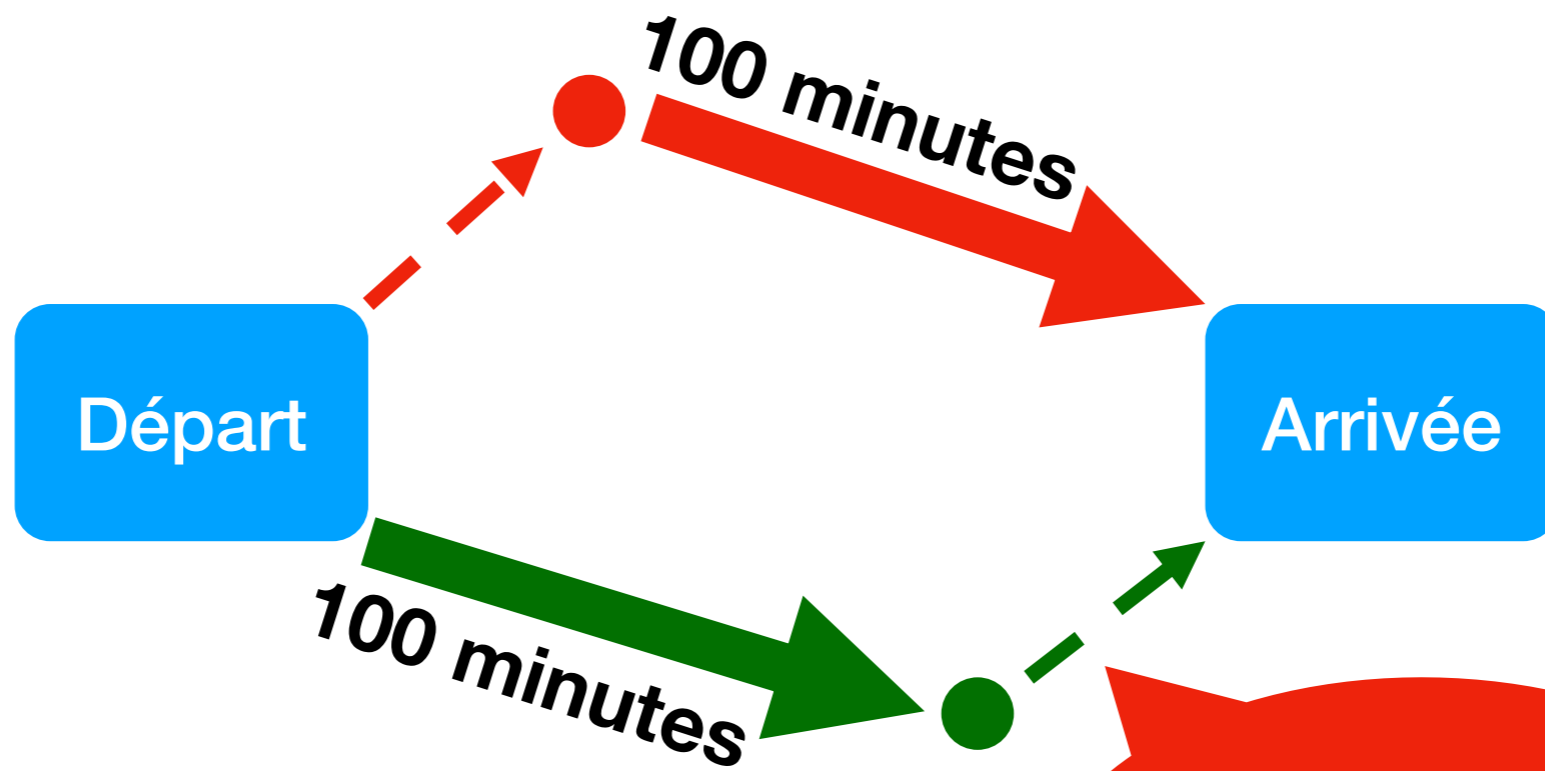
Durée de traversée fixe (quel que soit le trafic)



Durée de traversée proportionnelle au nombre de voitures qui empruntent ce tronçon

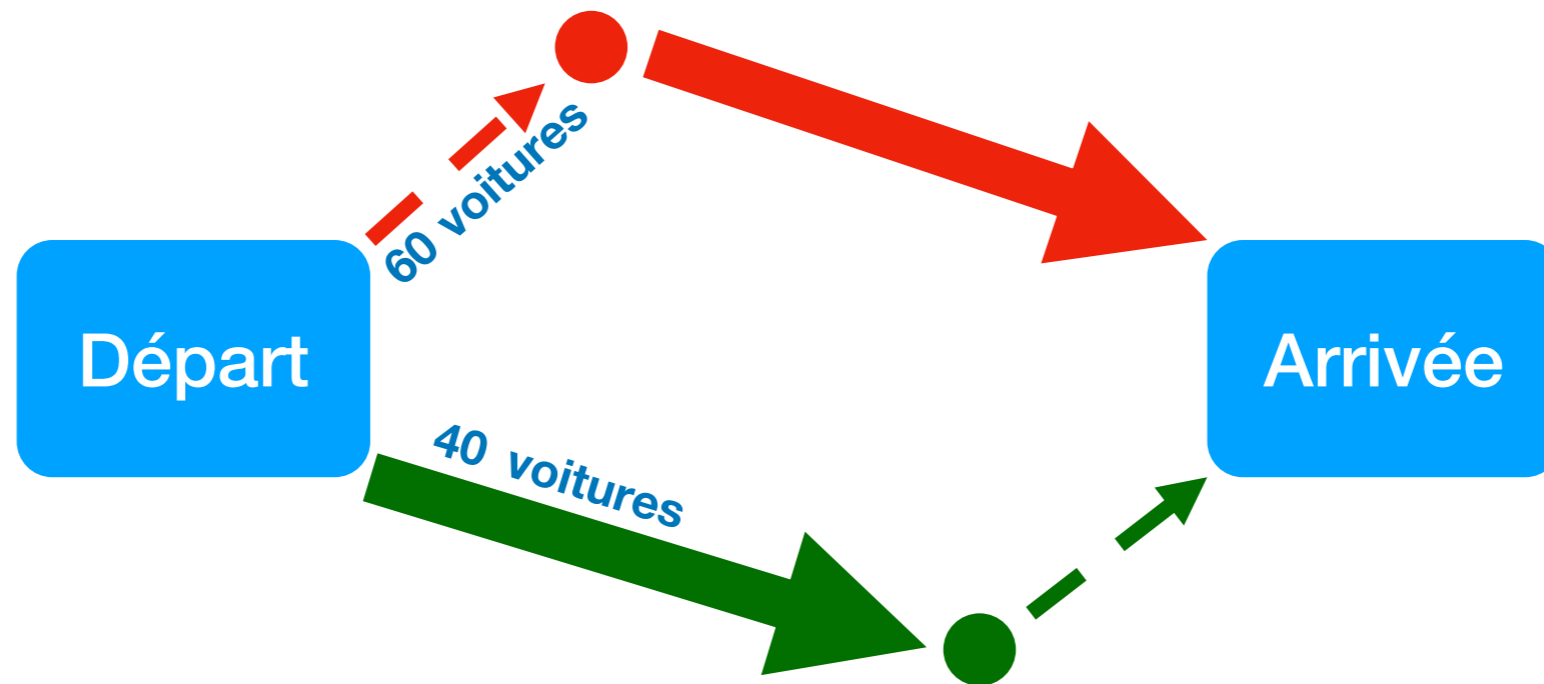


100 voitures

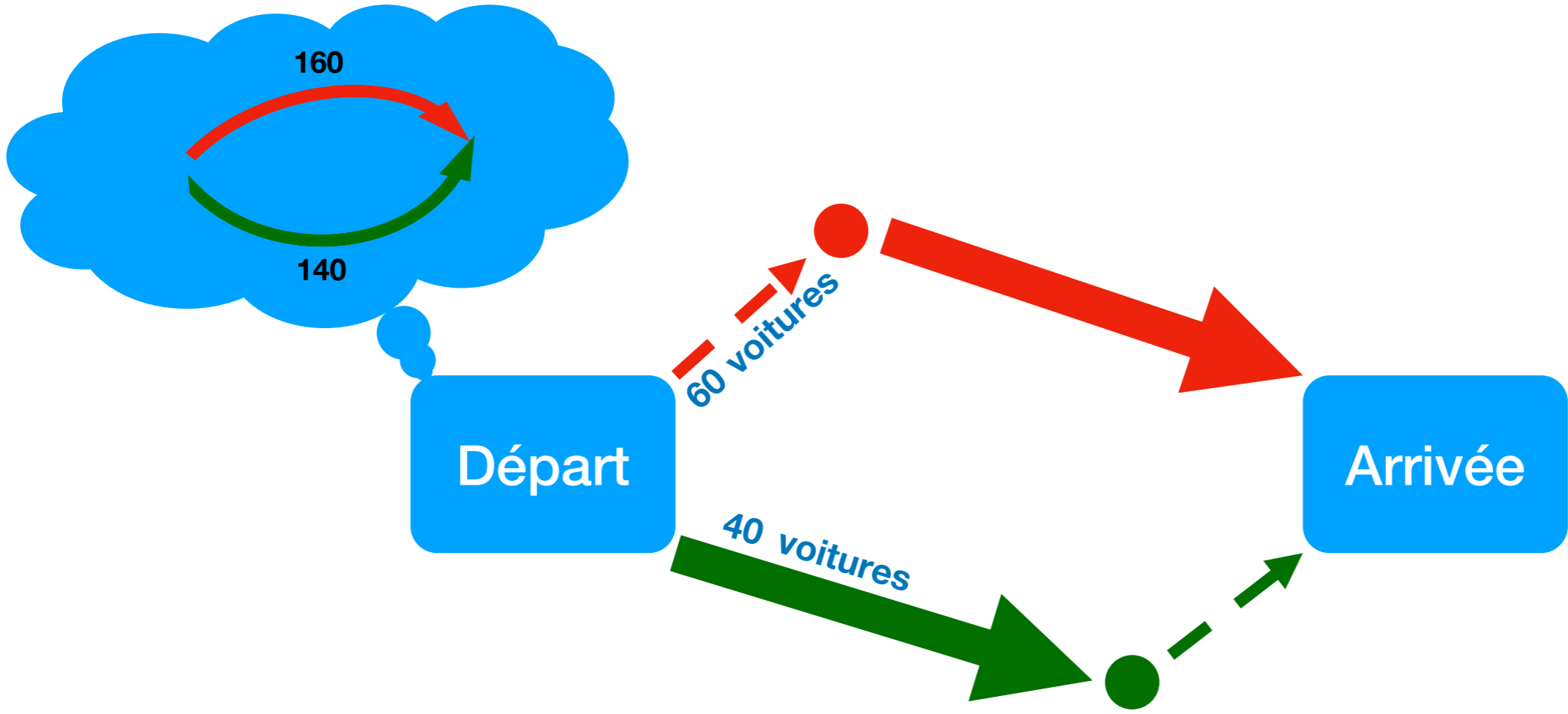


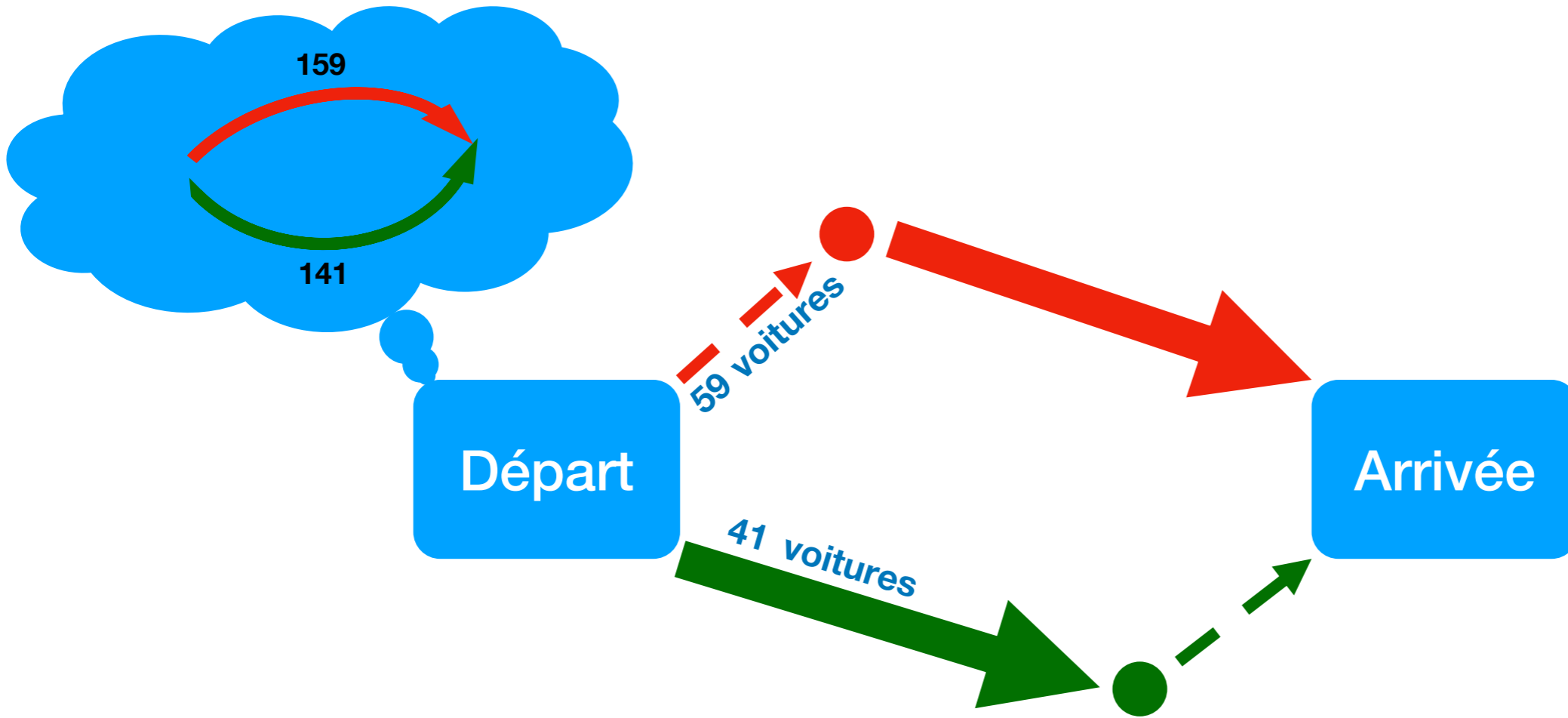
Si 20 voyageurs passent par ce tronçon, la durée est de 20 minutes...

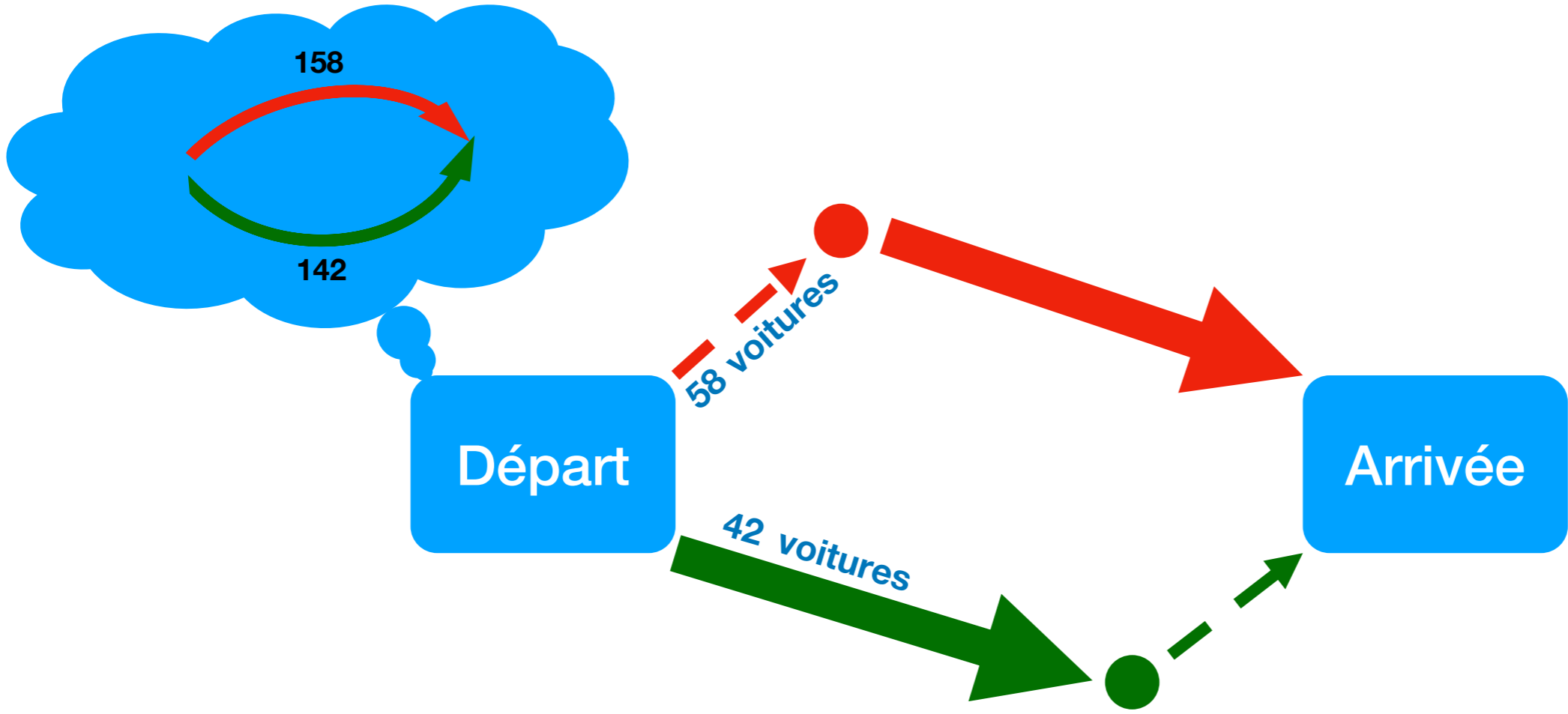
60 minutes + 100 minutes = 160 minutes

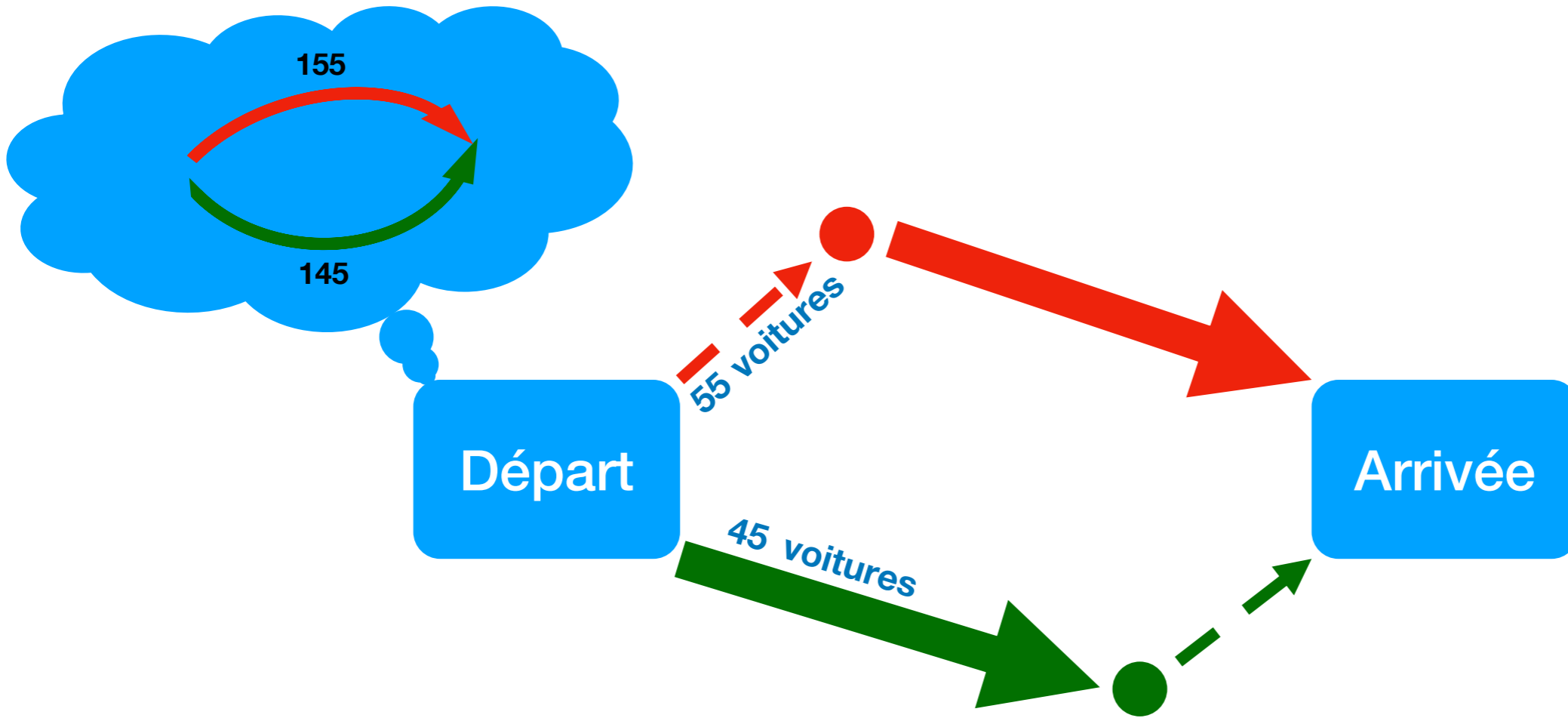


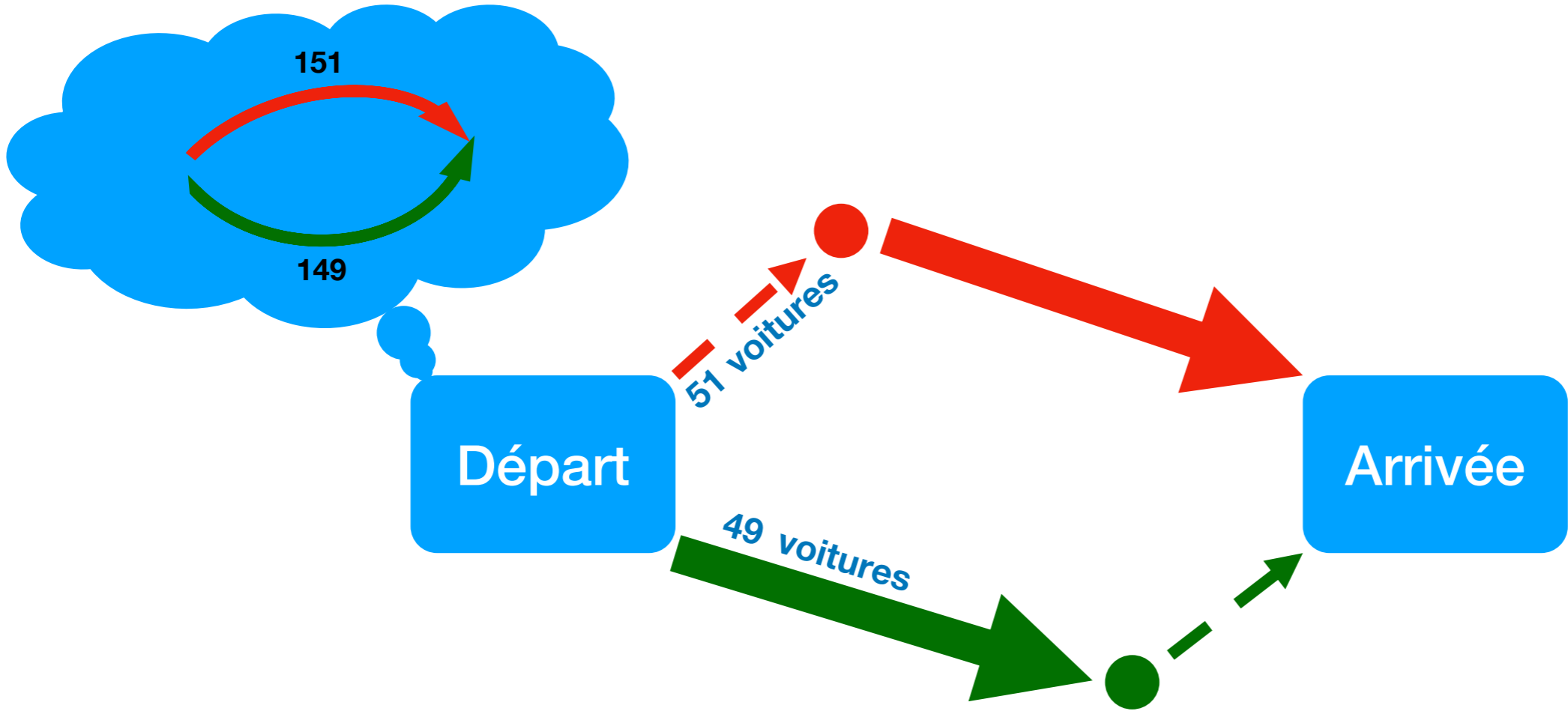
100 minutes + 40 minutes = 140 minutes

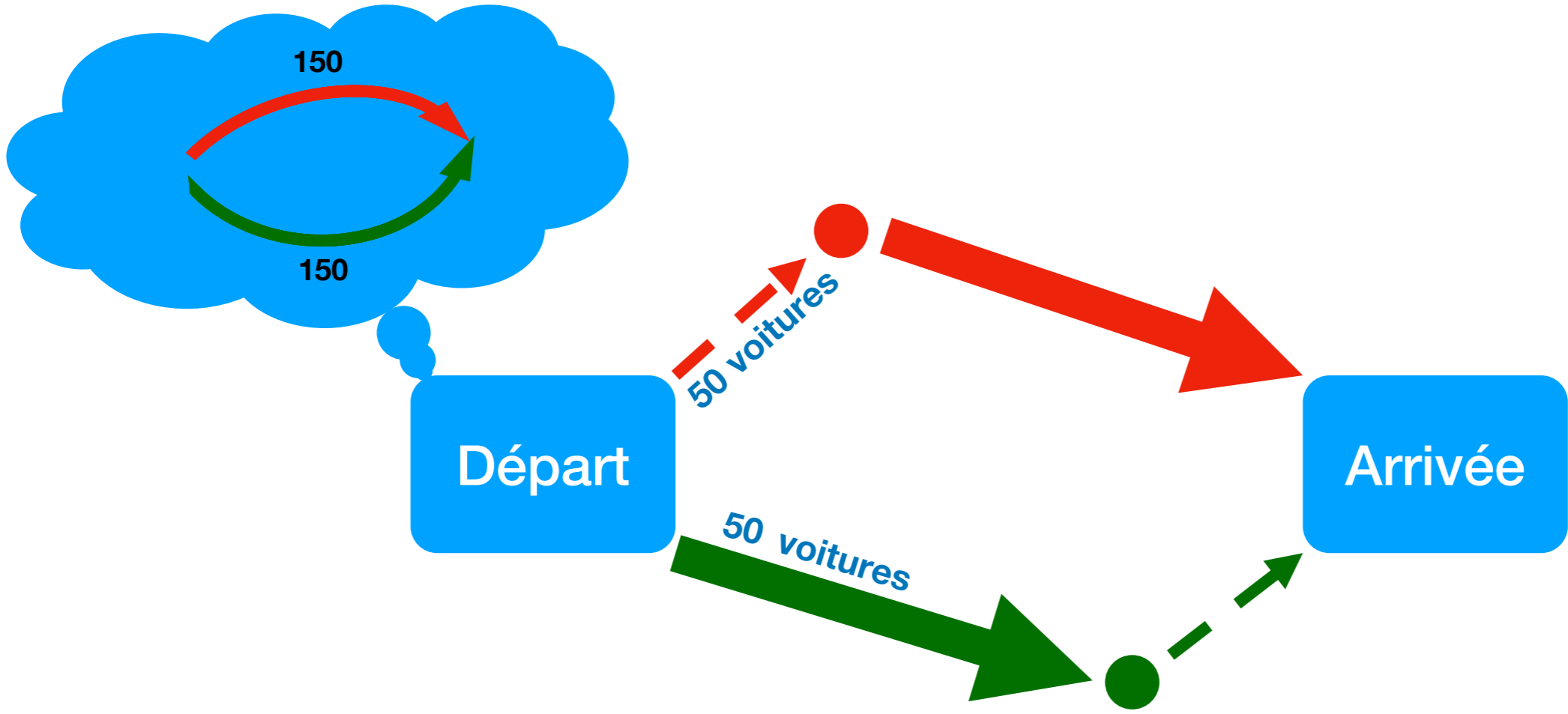


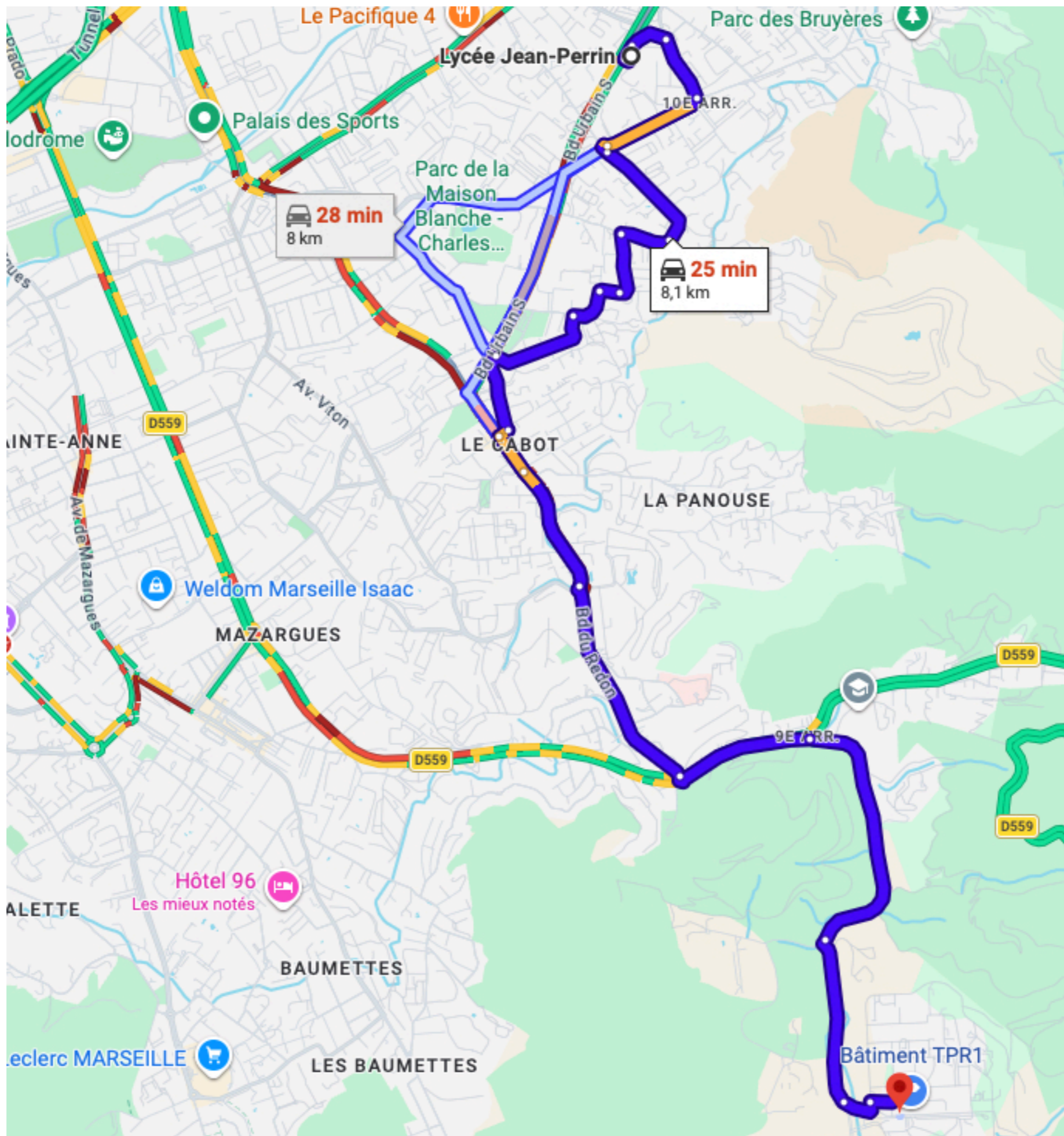


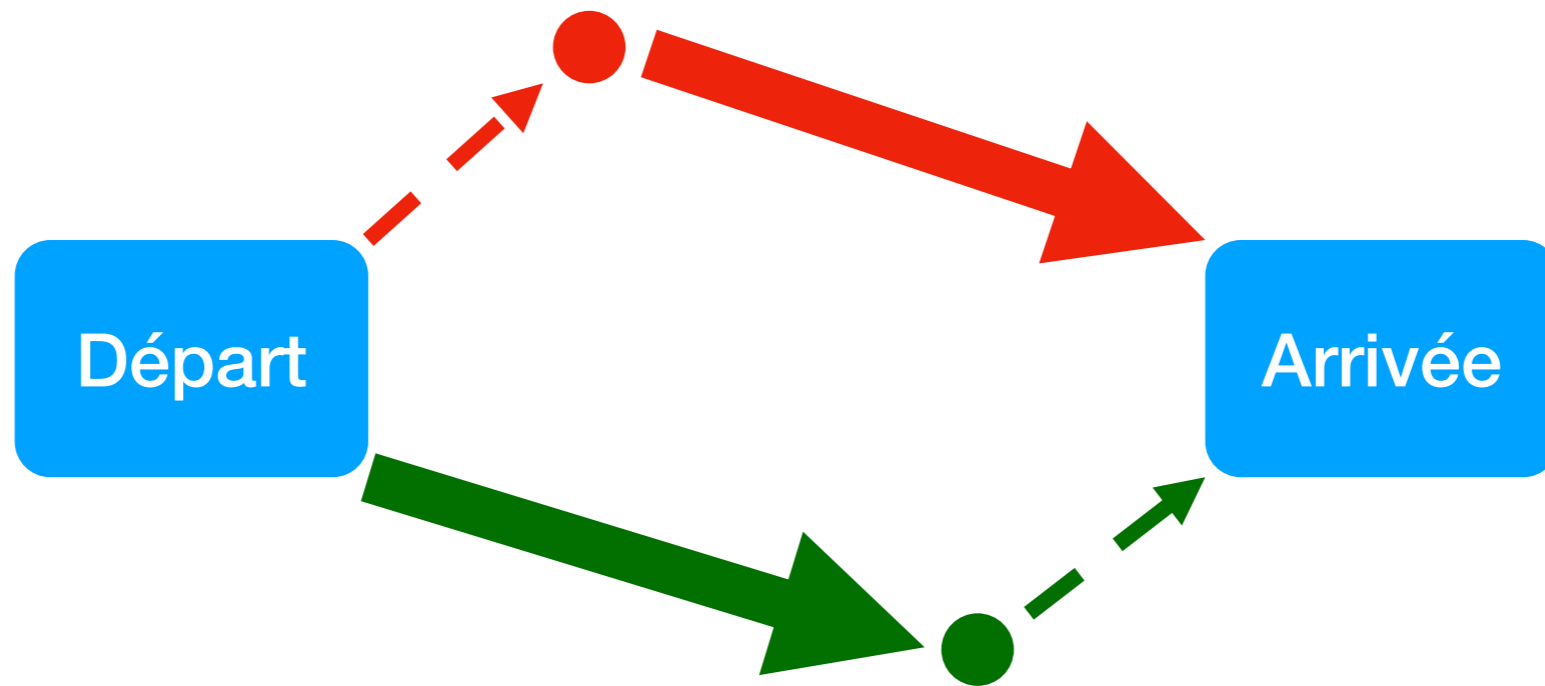


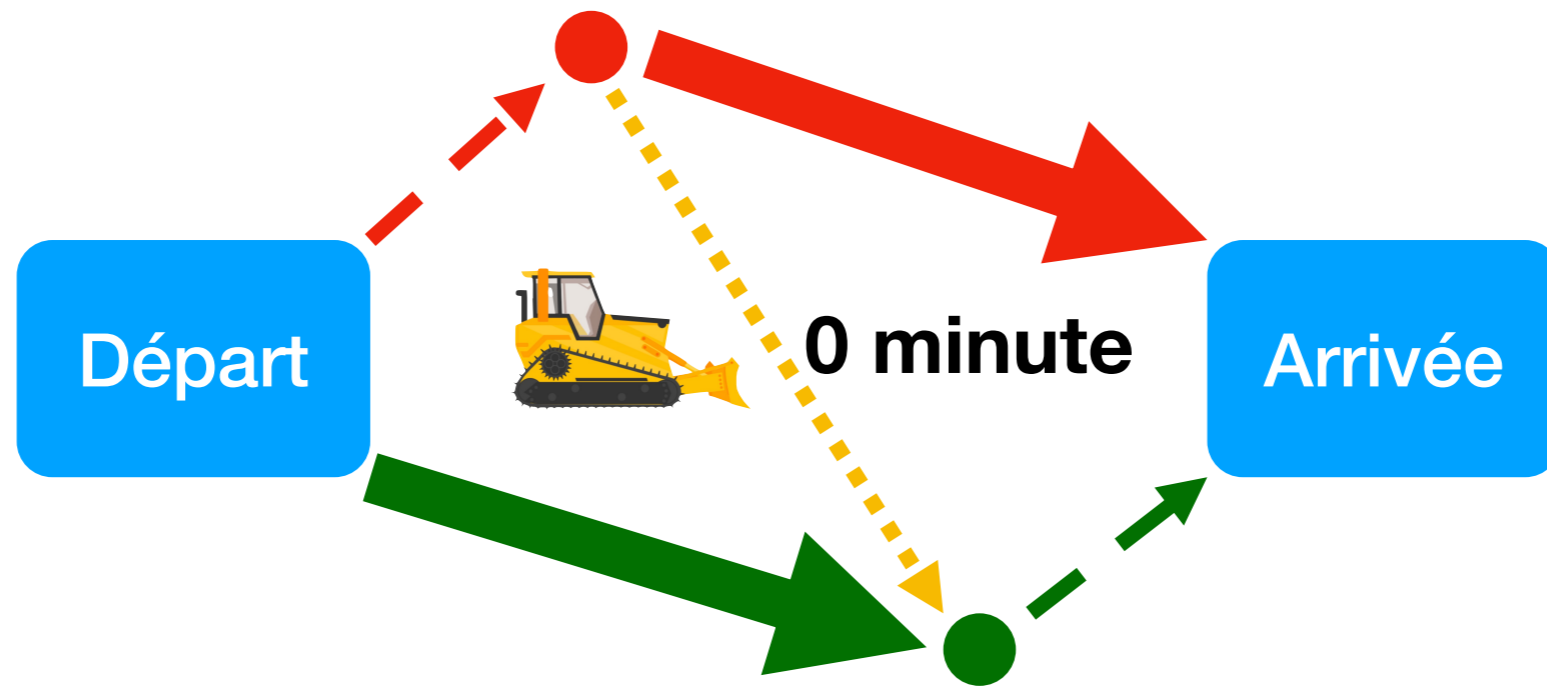


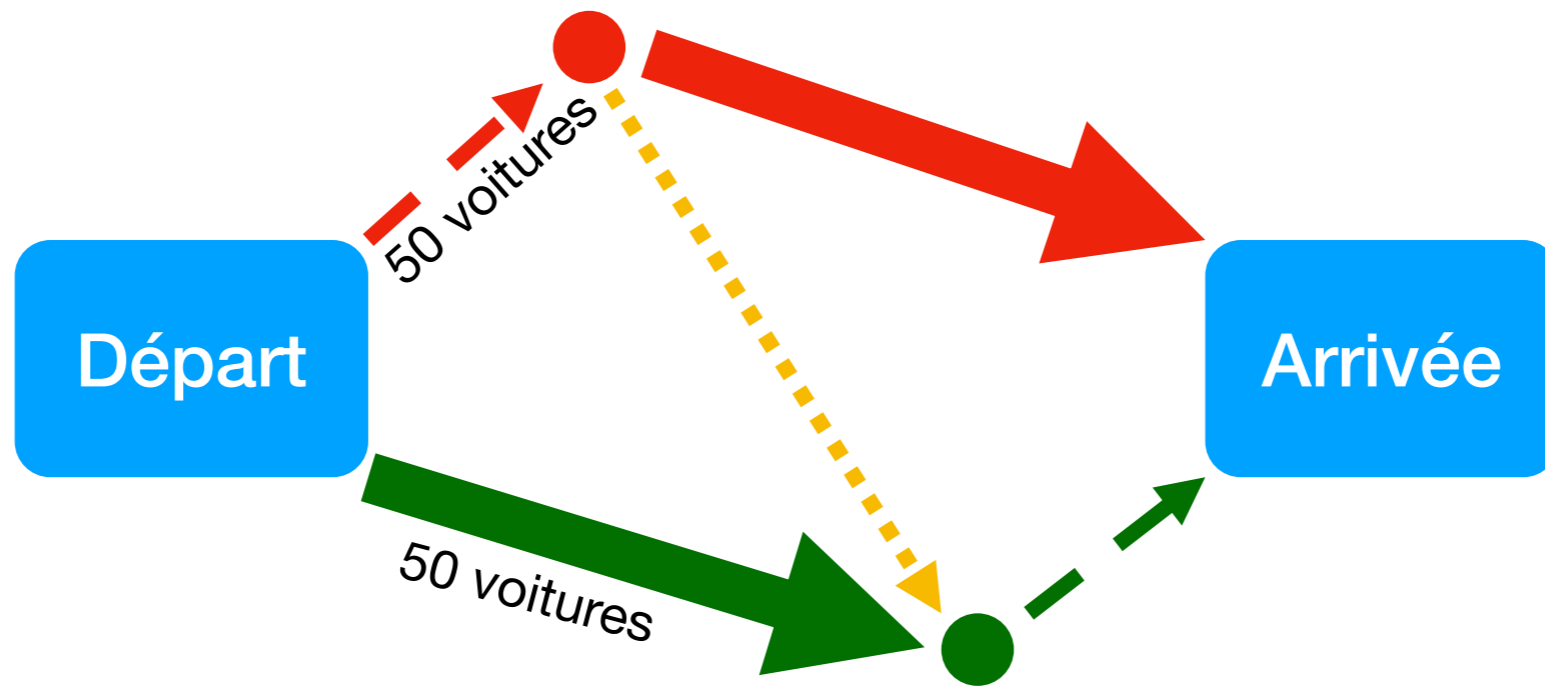




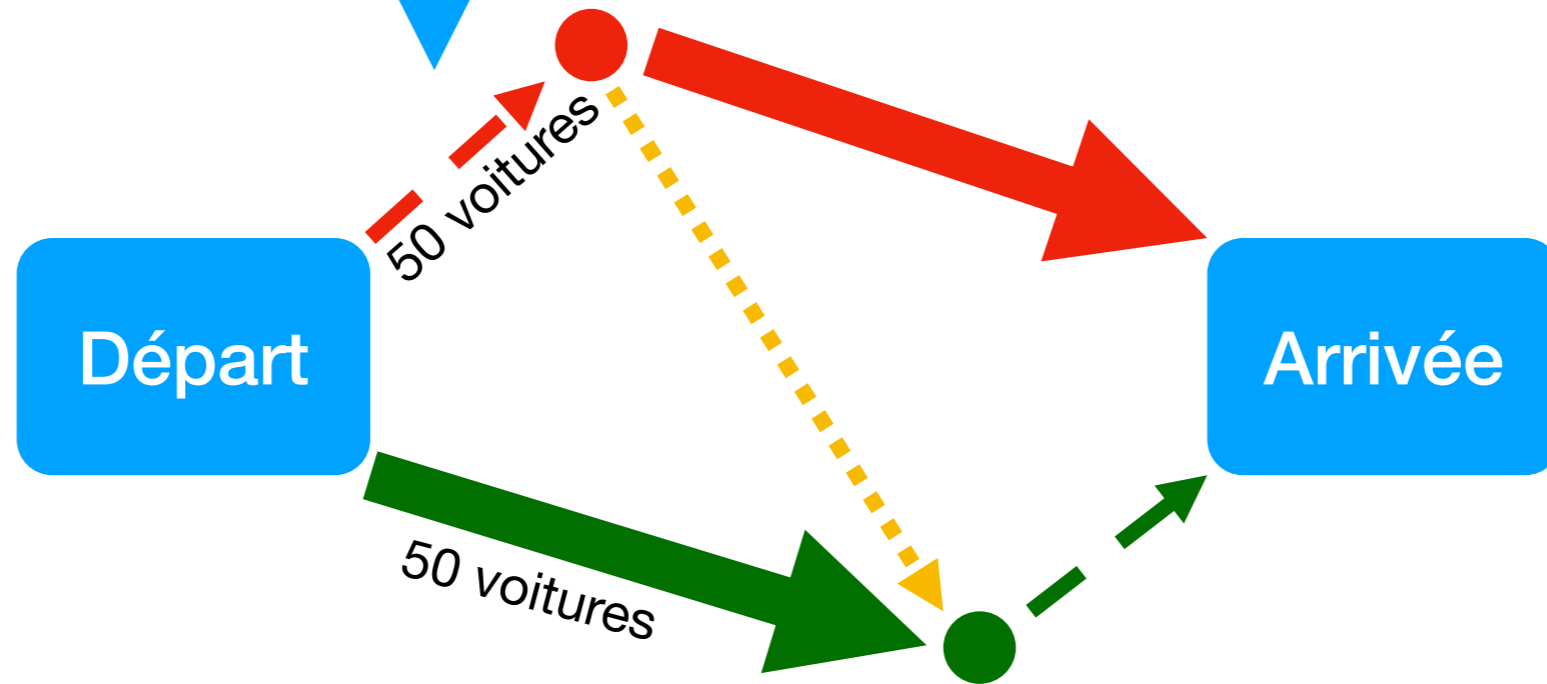


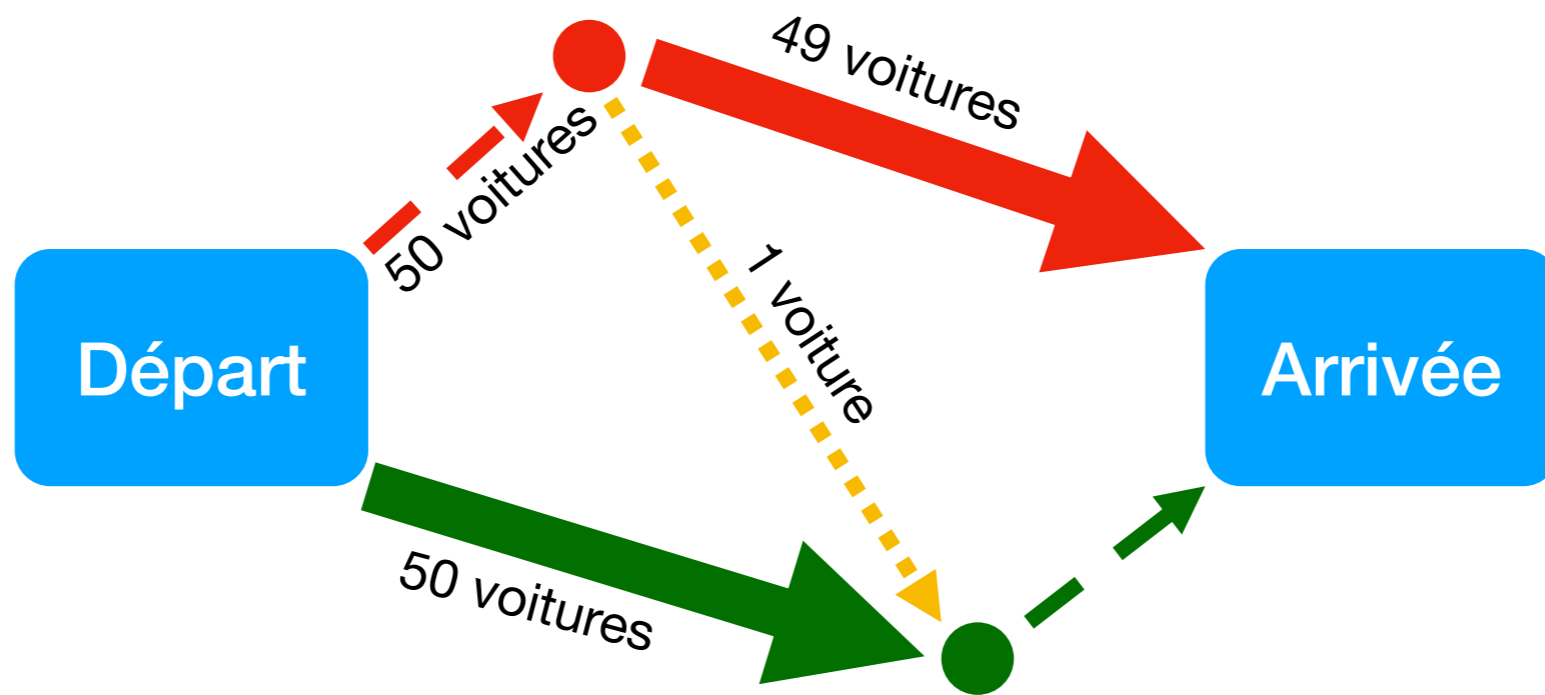


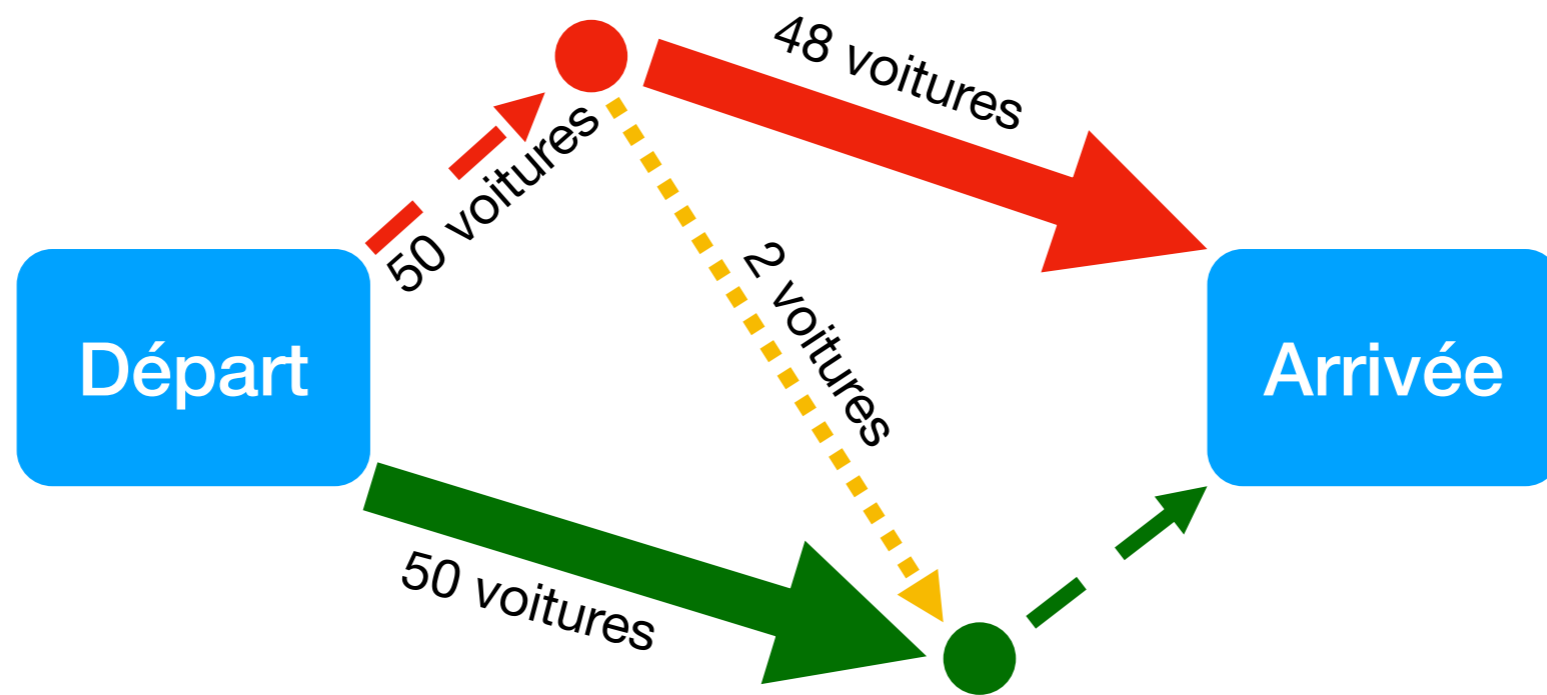


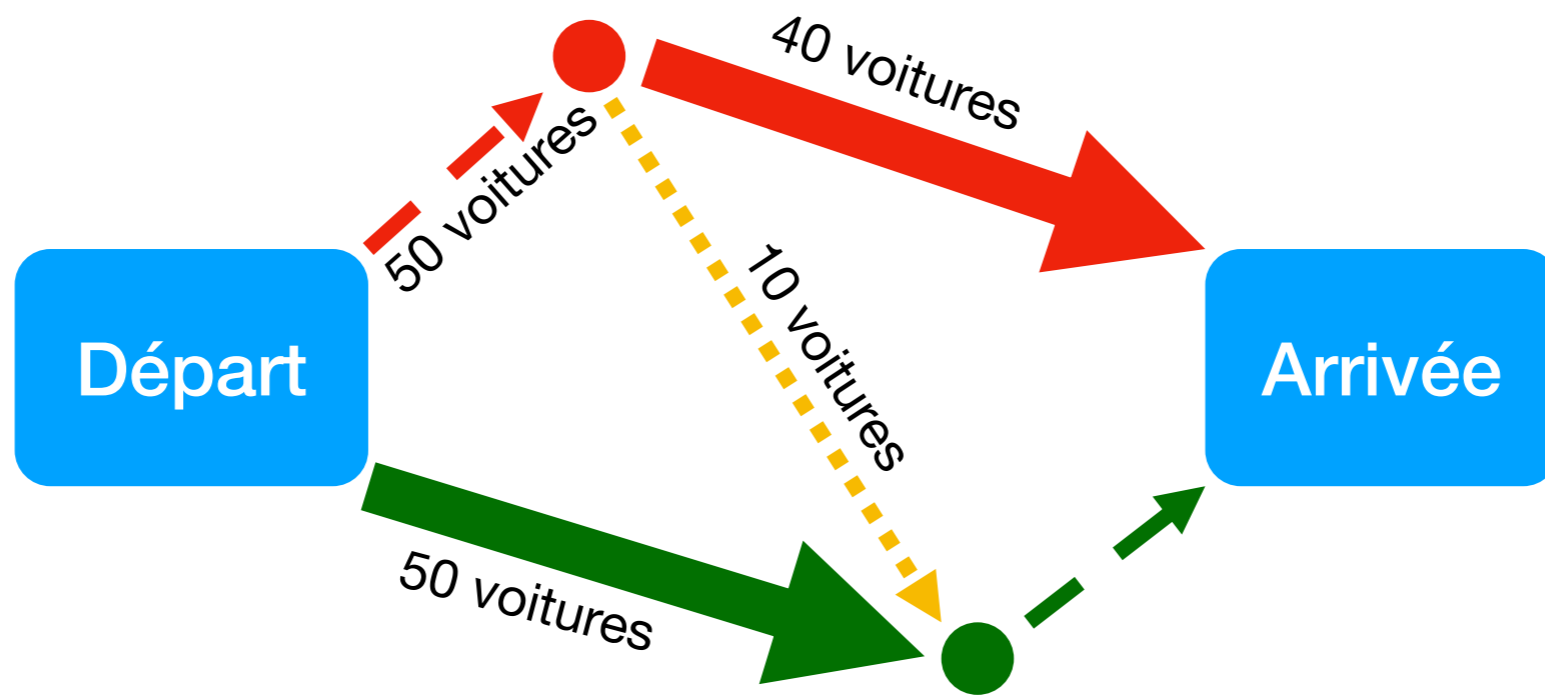


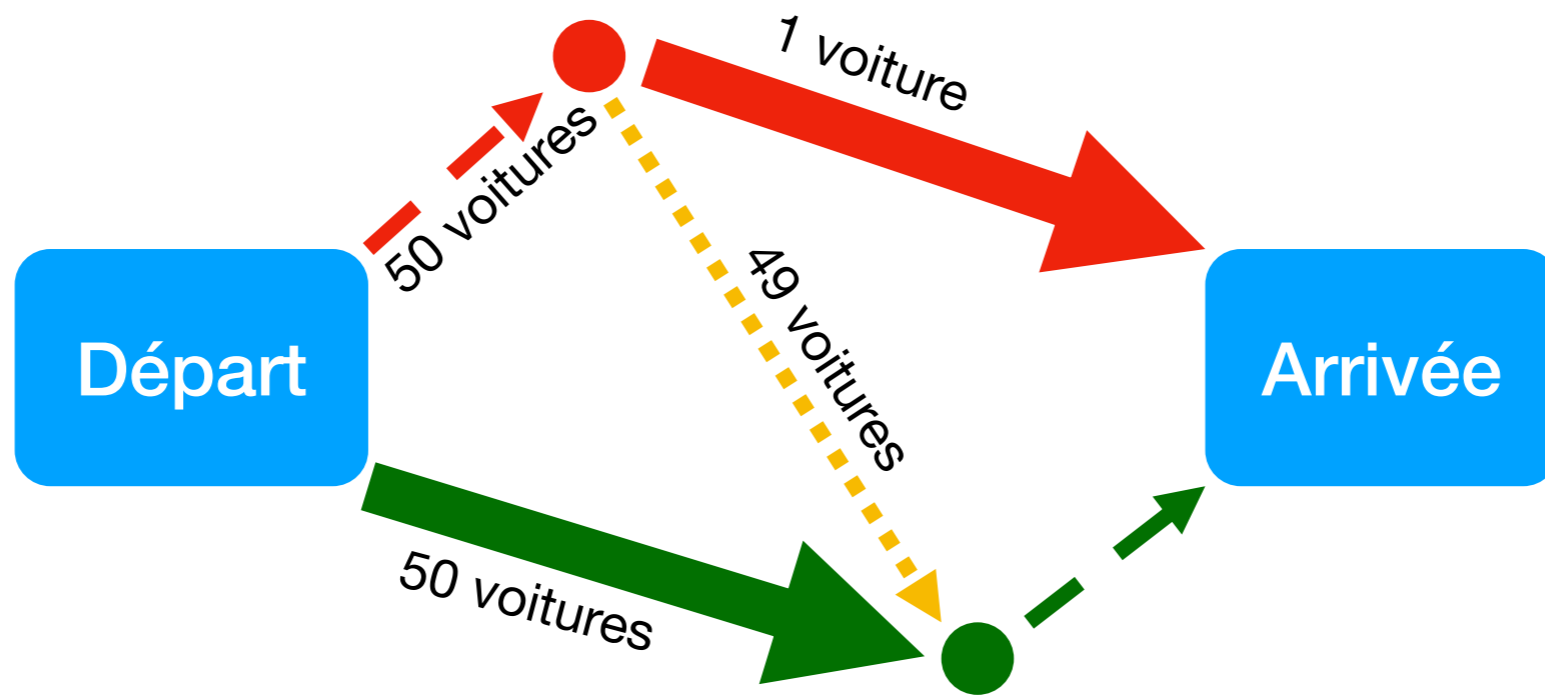
Oh, une nouvelle route
où je vais mettre
seulement $50+0+50=100$
minutes au lieu de
 $50+100=150$ minutes !

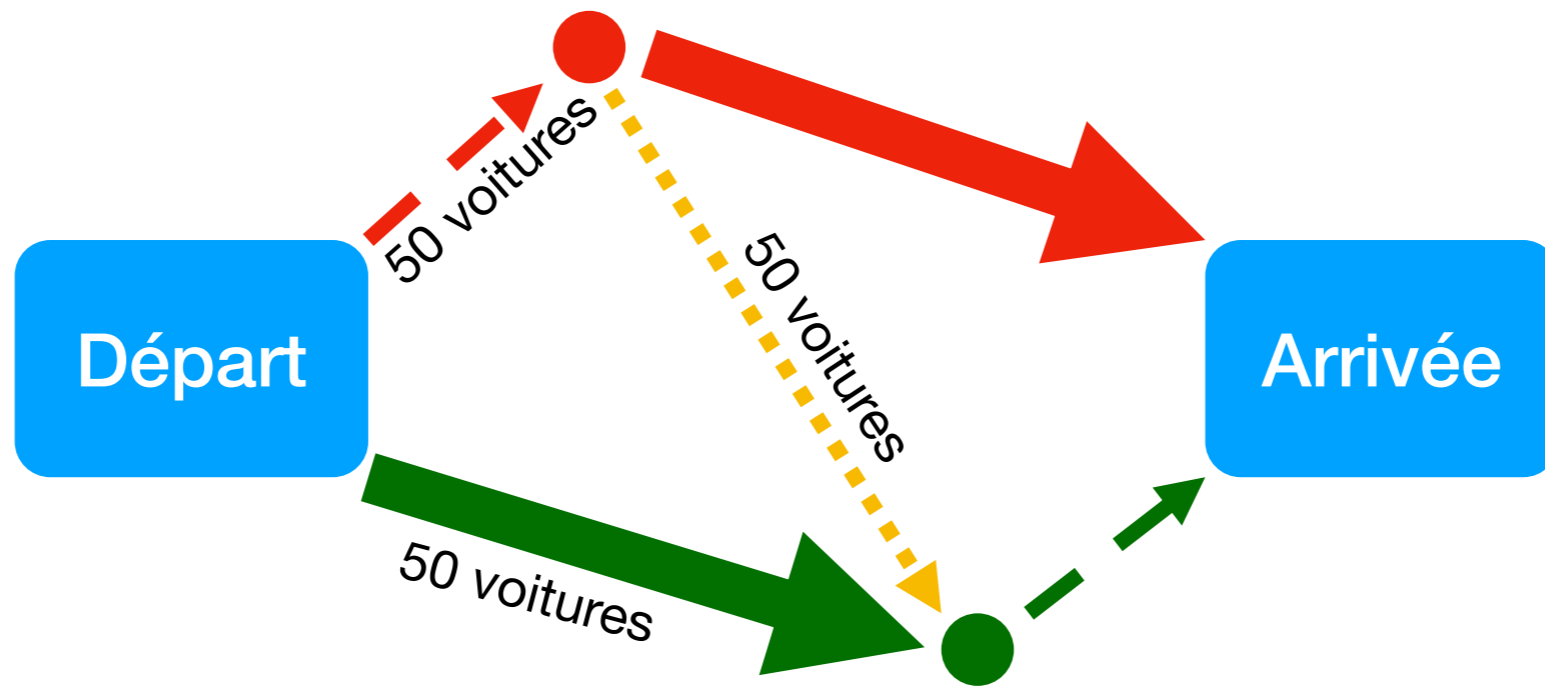


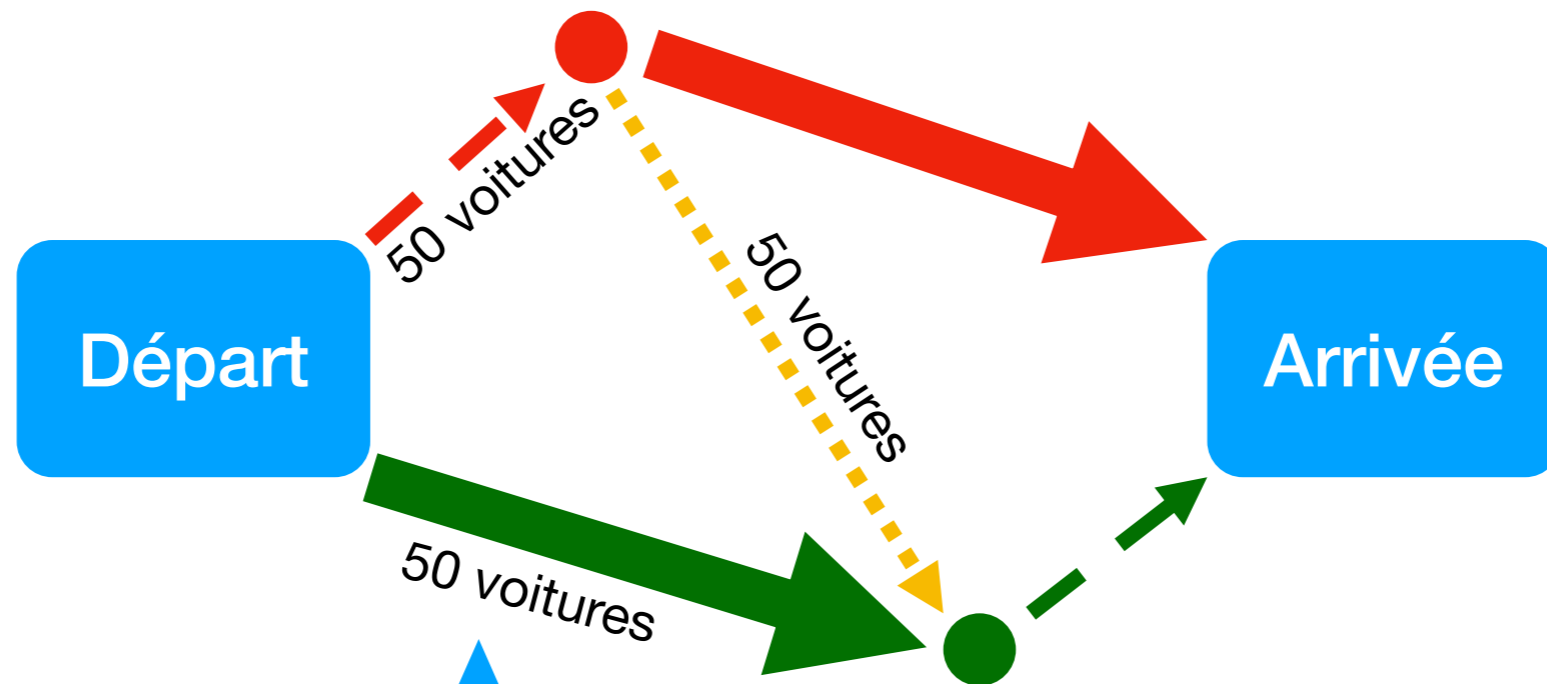




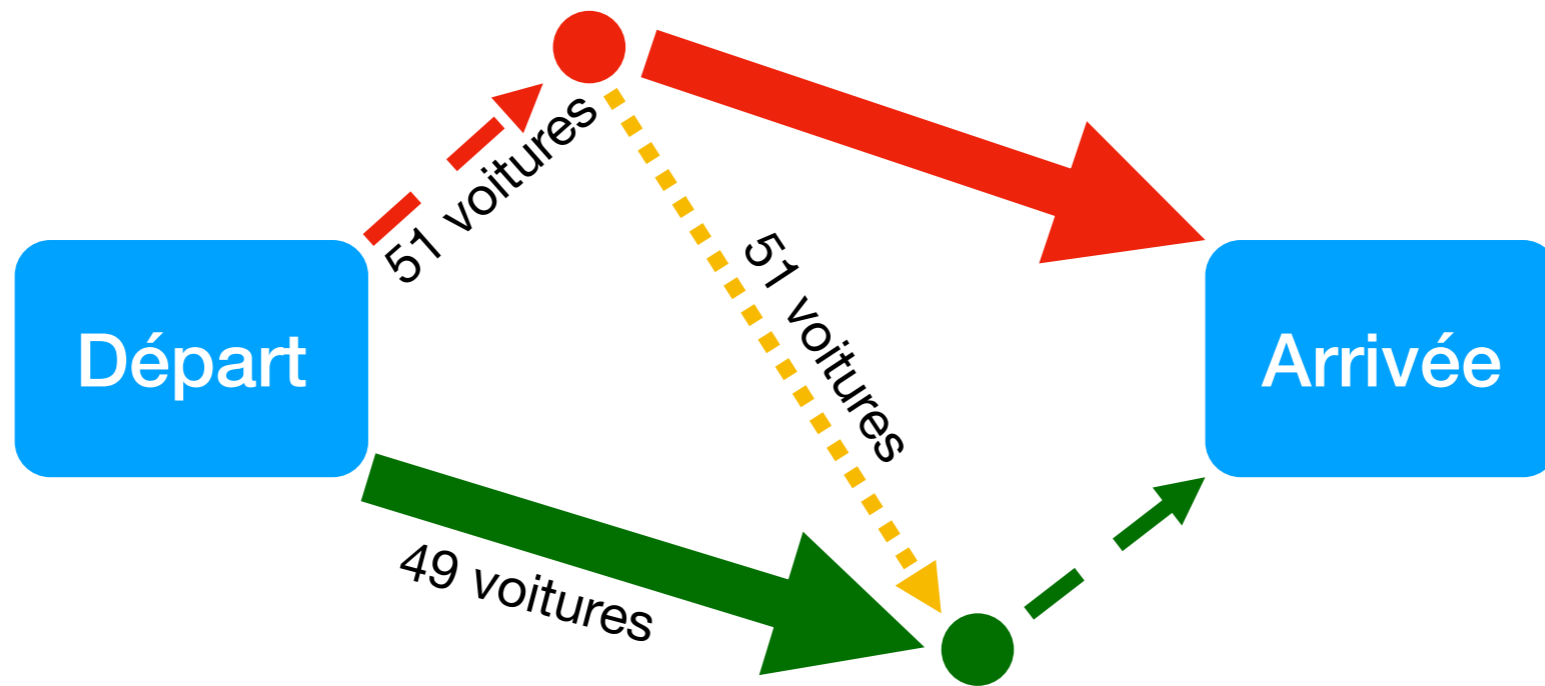


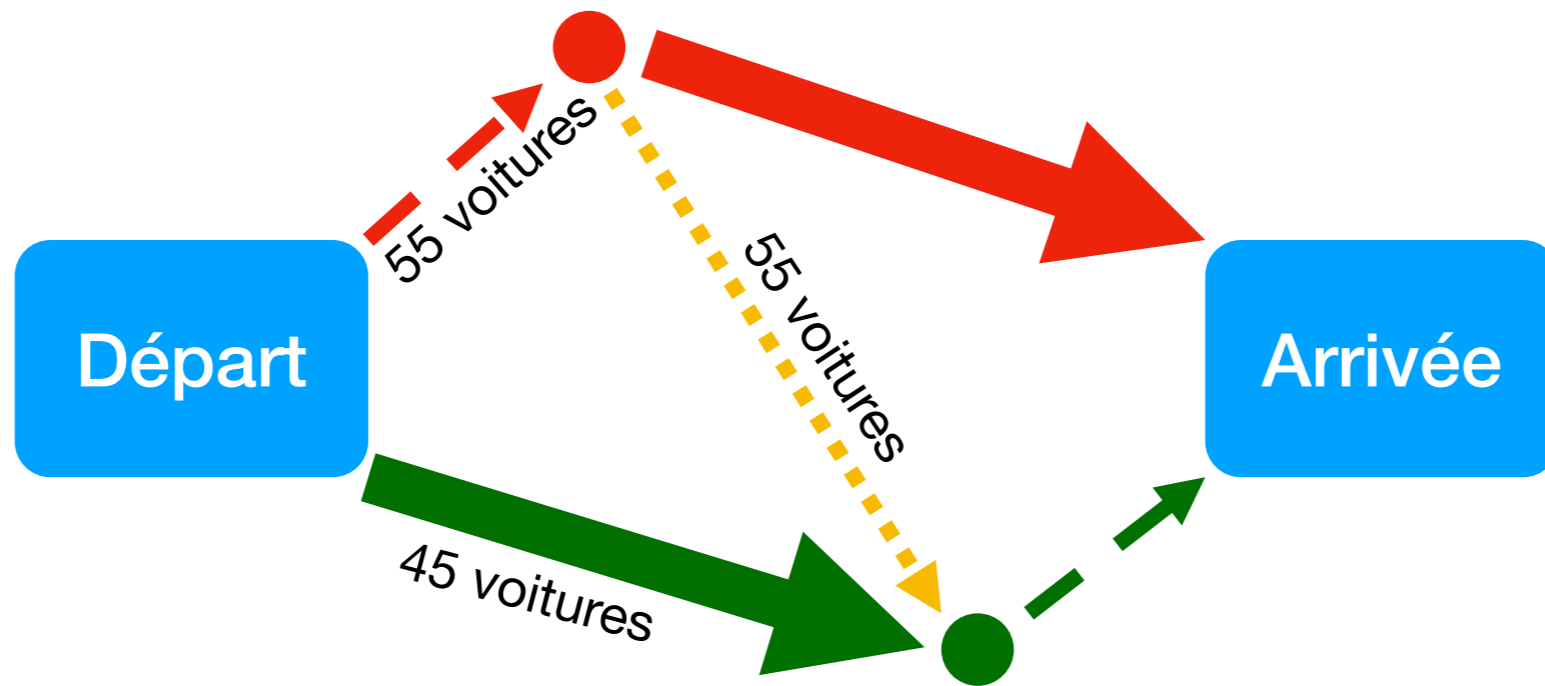


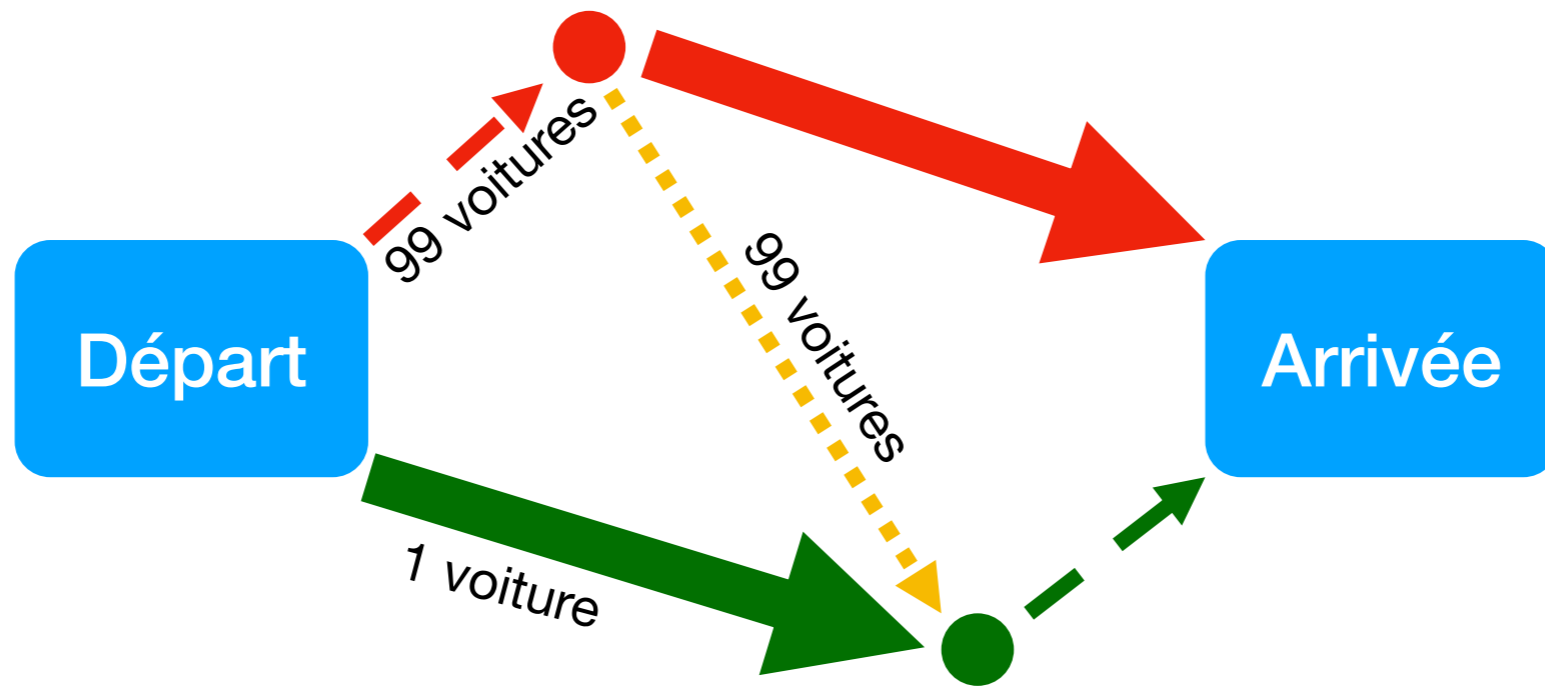


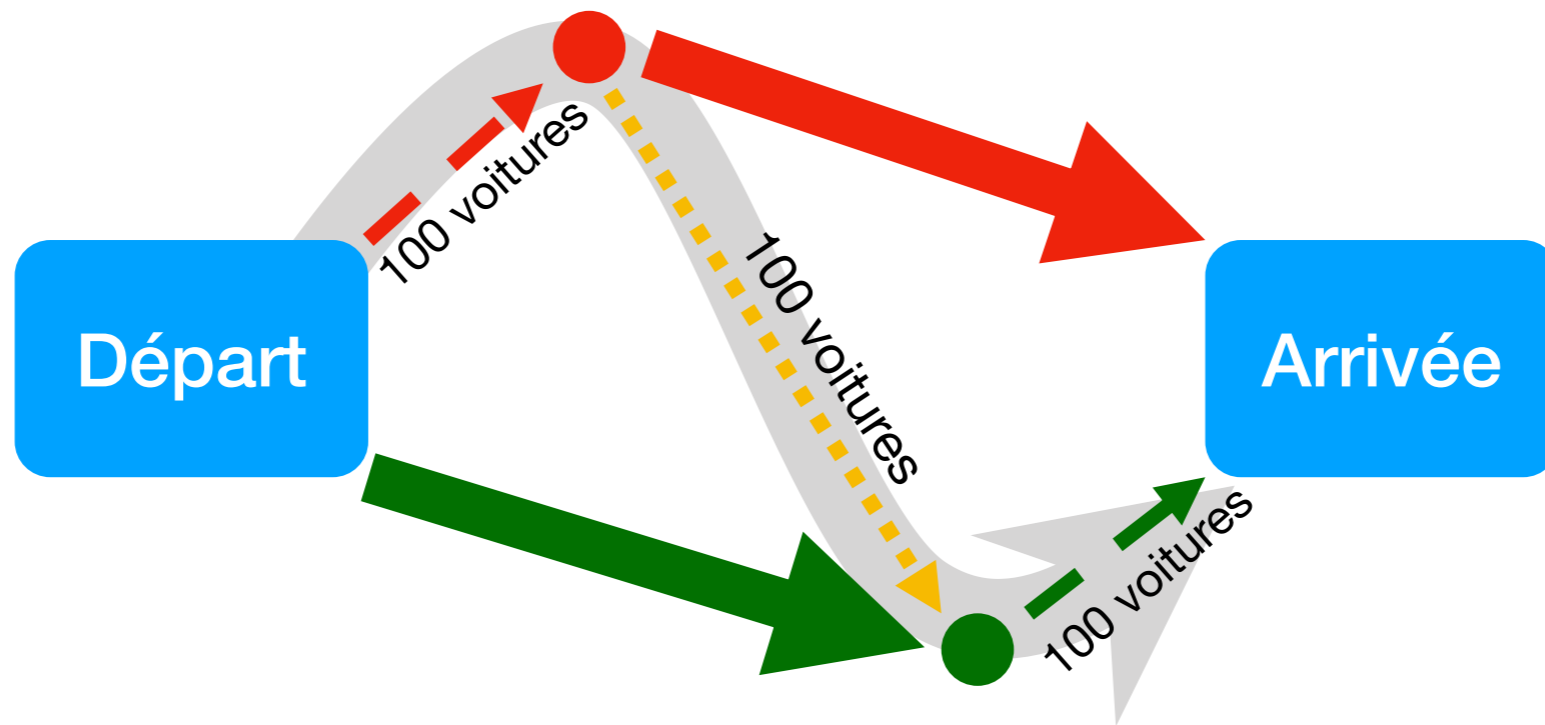


Je ferai mieux de prendre l'autre route qui me prendra $50+0+100=150$ minutes plutôt que $100+100=200$ minutes !

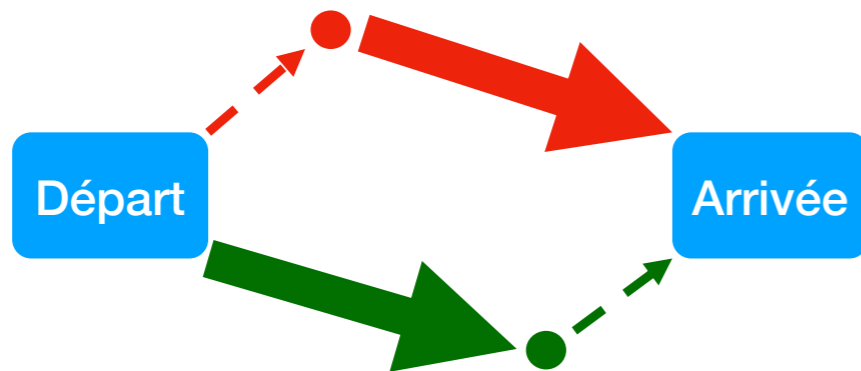






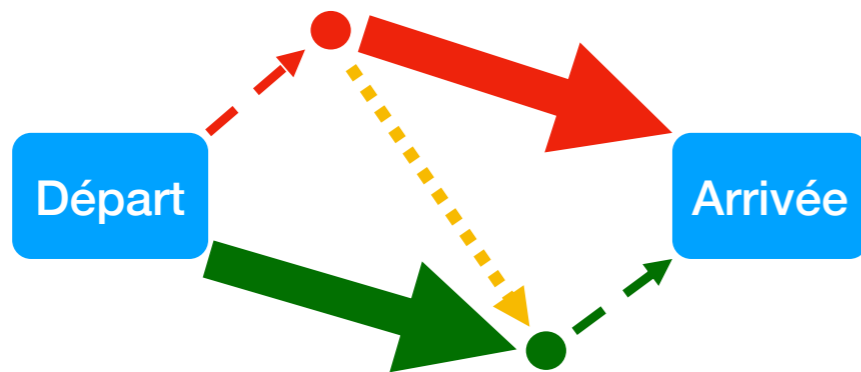


Paradoxe de Braess

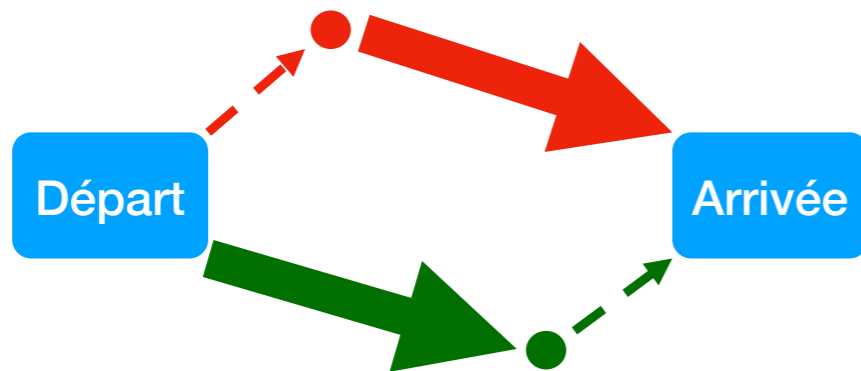


150 minutes pour tous

200 minutes pour tous

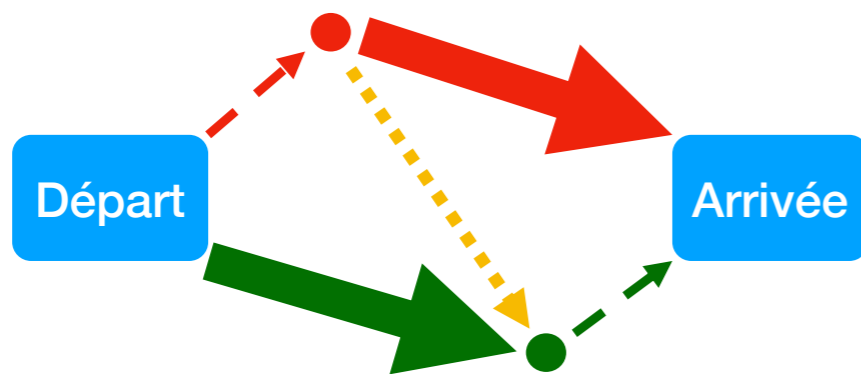


Paradoxe de Braess



150 minutes pour tous

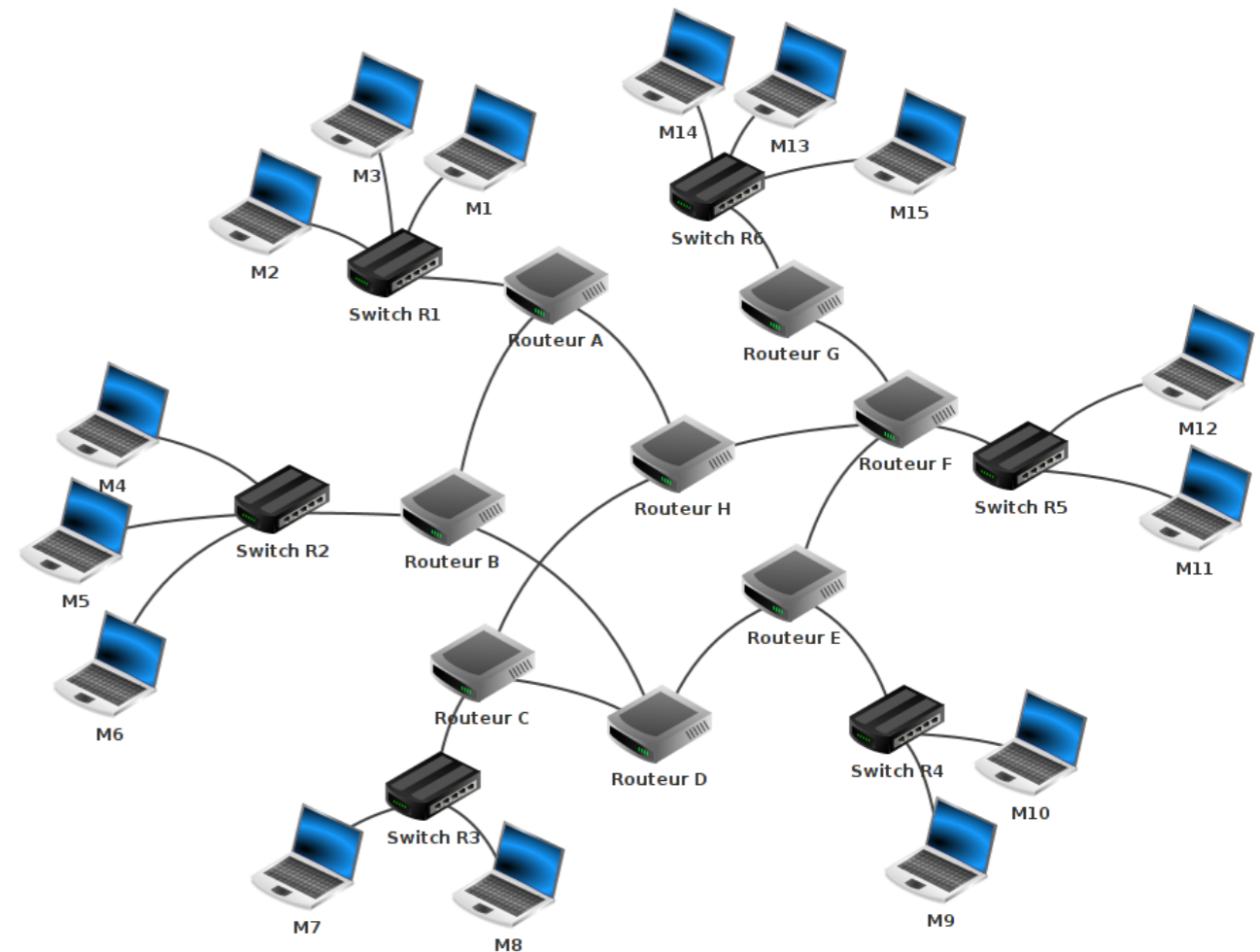
200 minutes pour tous



Craebby Crabbson, licence CC 2.0

Application dans les réseaux informatiques

- Comment organiser les connexions sur Internet pour optimiser le trafic ?
- Utiliser des équilibres de Nash pour s'assurer que personne n'a intérêt à dévier de la stratégie « normale » (on appelle ça un « protocole » dans le cadre des réseaux) pour aller plus vite...



Pour en savoir plus...

- Les jeux à la rescousse de la vérification : <https://interstices.info/les-jeux-a-la-rescousse-de-la-verification/>



Lien vers cette présentation...

Pour aller plus loin...

- Bug du lecteur MP3 Zune de Microsoft
- Le 1er janvier 2009, impossible d'allumer l'appareil... Après quelques heures, l'équipe du Zune a trouvé l'origine du bug et a demandé à ses consommateurs de simplement attendre le lendemain pour redémarrer leur appareil, ce qui réglerait le problème...
- Le code Python est donné ci-contre. Trouvez la raison du bug et comment le corriger !



```
days = 10594          # code le 1er janvier 2009
year = 1980
```

```
while days > 365:
    if is_leap(year):
        if days > 366:
            days -= 366
            year += 1
    else:
        days -= 365
        year += 1
```

Pour aller plus loin...

- Combien de pirates au maximum peut-il y avoir avant que la capitaine ne puisse plus s'assurer de survivre avec 100 pièces d'or ? On peut aussi considérer une variante du jeu où la capitaine doit obtenir une majorité stricte des voix pour survivre...



Élisa



Dorian



Cora



Barny



Atchoum

Pour aller plus loin...

- Modéliser le jeu du « pierre-feuille-ciseaux » comme le dilemme du prisonnier. Y a-t-il un équilibre de Nash ?

	Clyde trahit	Clyde est fidèle
Bonnie trahit	5 ans / 5 ans	9 ans / libre
Bonnie est fidèle	libre / 2 ans	9 ans / 2 ans

