

# Application des machines de Turing aux simulations routières

Célian Butré

Session 2022-2023

Problématique : «Jusqu'à quel point la machine de Turing est-elle capable de représenter et faire évoluer les situations routières les plus classiques de la ville ?»

# Plan

## Preliminaires

- simulateur en C
- UPGRADE stationnaire

## Route unidirectionnelle

- Route à vitesse constante
- Vitesse variable

## Carrefour

- UPGRADE Téléportation
- UPGRADE Cases Partagées
- Simulation Carrefour

## Limites du modèle

## Conclusion

# Préliminaires

Simulateur de machines de Turing (en C)

# Préliminaires

Simulateur de machines de Turing (en C)

- ▶ UPGRADE stationnaire (possibilité de rester sur place)

# UPGRADE stationnaire

Turing Stationnaire  $\iff$  Turing Classique

# UPGRADE stationnaire

Turing Stationnaire  $\iff$  Turing Classique

Turing Stationnaire  $\geq$  Turing Classique

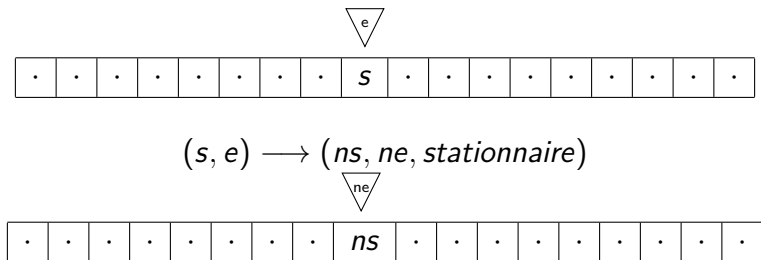
# UPGRADE stationnaire

Turing Stationnaire  $\iff$  Turing Classique

Turing Stationnaire  $\geq$  Turing Classique

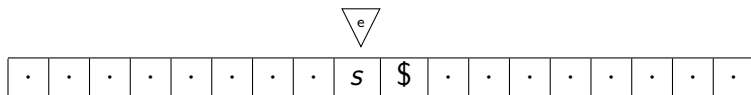
Turing Stationnaire  $\leq$  Turing Classique

# Turing Stationnaire

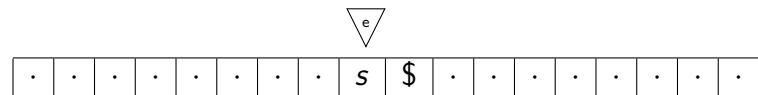




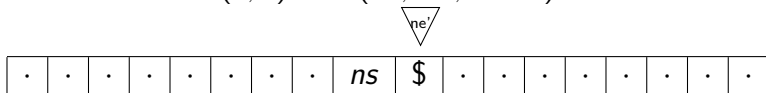
# Turing Classique



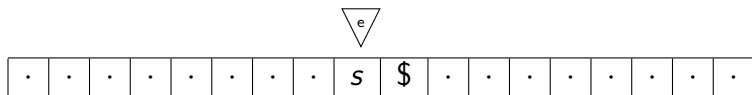
# Turing Classique



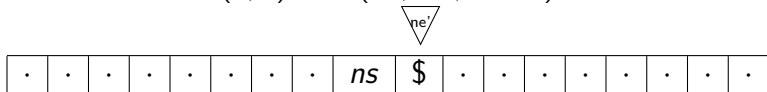
$$(s, e) \longrightarrow (ns, ne', droite)$$



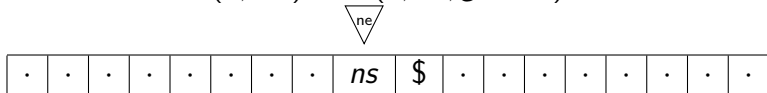
# Turing Classique



$$(s, e) \longrightarrow (ns, ne', droite)$$



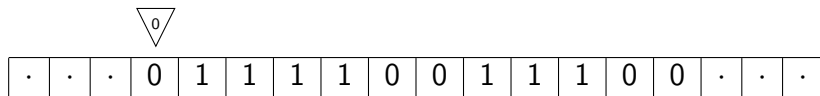
$$(\$, ne') \longrightarrow (\$, ne, gauche)$$



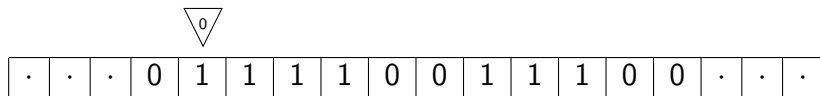
# UPGRADE stationnaire

Turing Stationnaire  $\iff$  Turing Classique

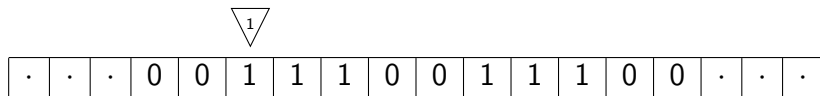
# Route à vitesse constante



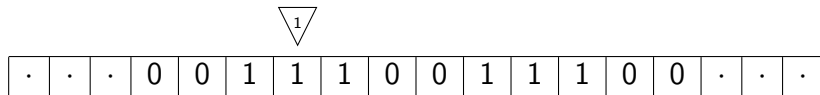
# Route à vitesse constante



# Route à vitesse constante

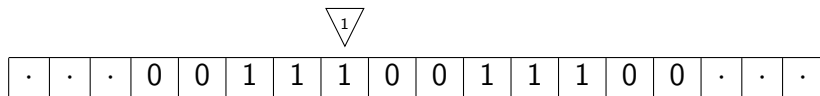


# Route à vitesse constante

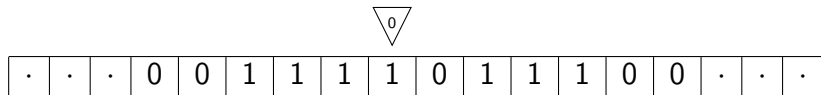




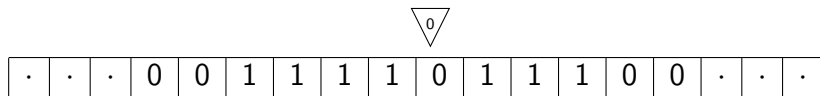
# Route à vitesse constante



# Route à vitesse constante



# Route à vitesse constante



# Route à vitesse constante

S'il est possible de prendre ou poser

$(1, \textit{vide}) \longrightarrow (0, \textit{plein}, \textit{droite})$

$(0, \textit{plein}) \longrightarrow (1, \textit{vide}, \textit{droite})$

# Route à vitesse constante

S'il est possible de prendre ou poser

$(1, \textit{vide}) \longrightarrow (0, \textit{plein}, \textit{droite})$

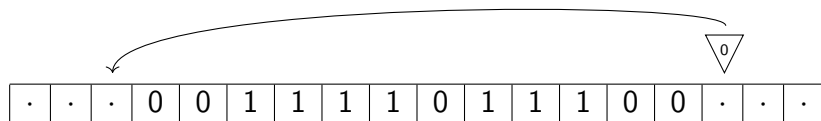
$(0, \textit{plein}) \longrightarrow (1, \textit{vide}, \textit{droite})$

Sinon

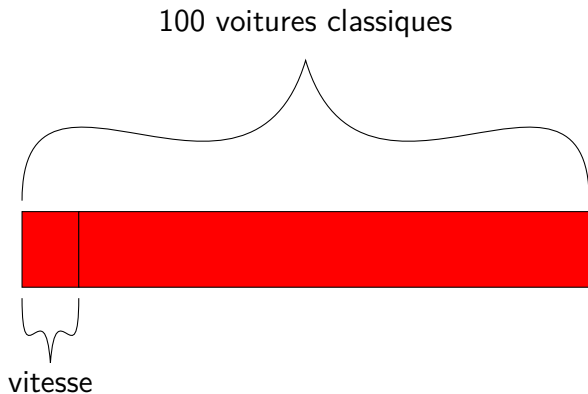
$(0, \textit{vide}) \longrightarrow (0, \textit{vide}, \textit{droite})$

$(1, \textit{plein}) \longrightarrow (1, \textit{plein}, \textit{droite})$

# Route à vitesse constante

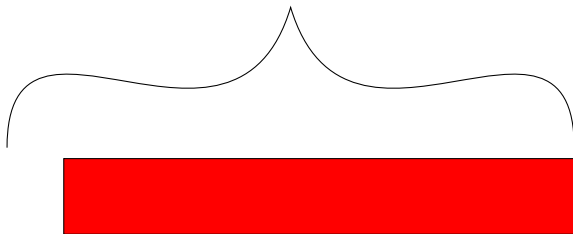


# Vitesse variable



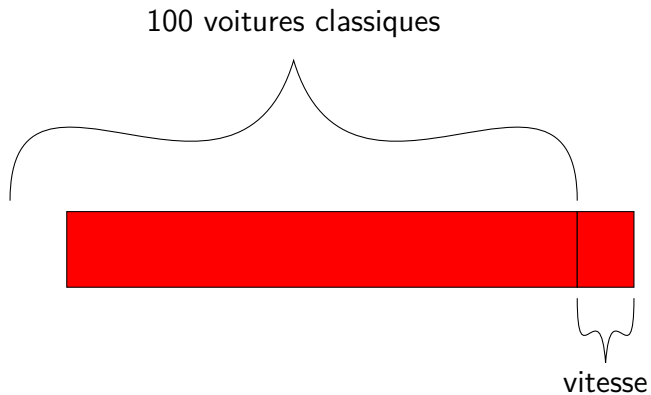
# Vitesse variable

100 voitures classiques





# Vitesse variable



# Vitesse variable

$$1 \text{ Km/h} \longrightarrow 1$$

$$2 \text{ Km/h} \longrightarrow 2$$

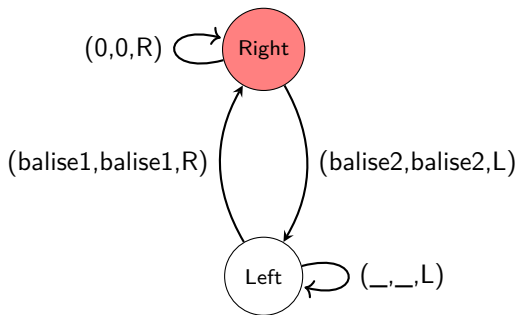
$$3 \text{ Km/h} \longrightarrow 3$$

⋮

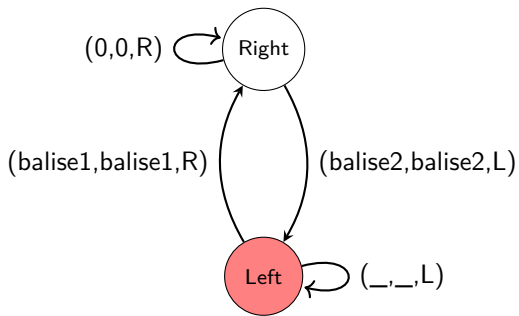
⋮

⋮

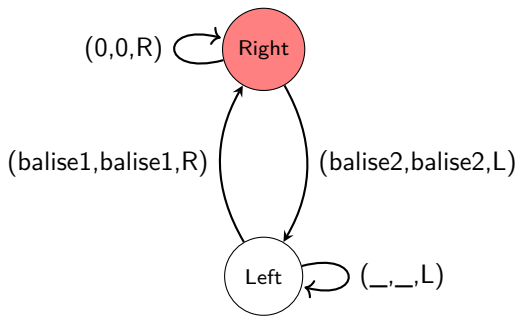
# Vitesse variable



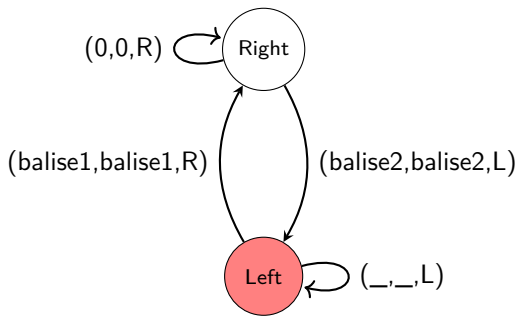
# Vitesse variable



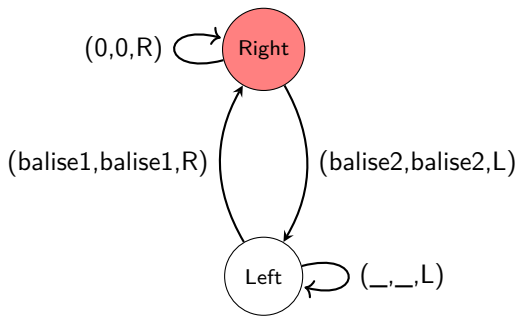
# Vitesse variable



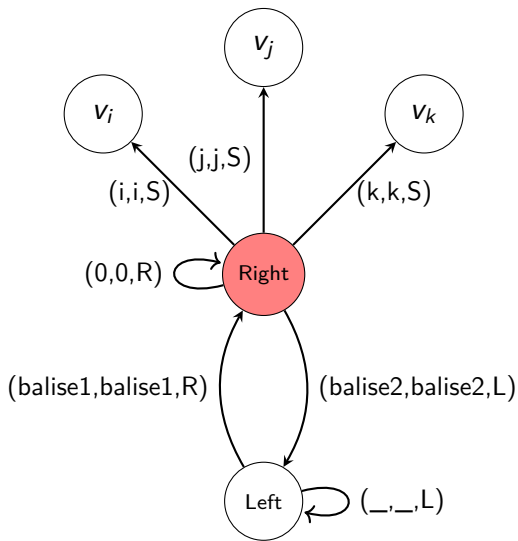
# Vitesse variable



# Vitesse variable

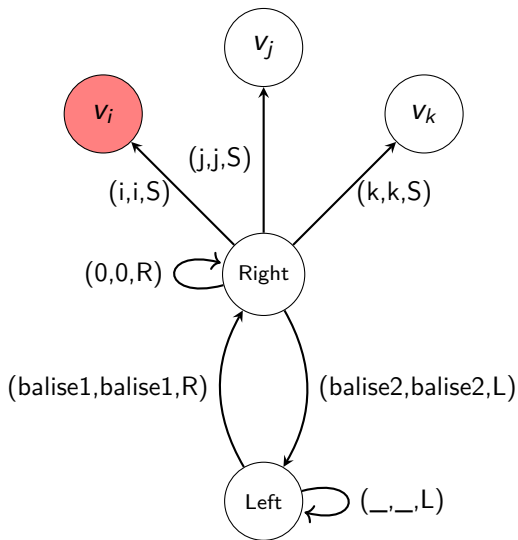


# Vitesse variable

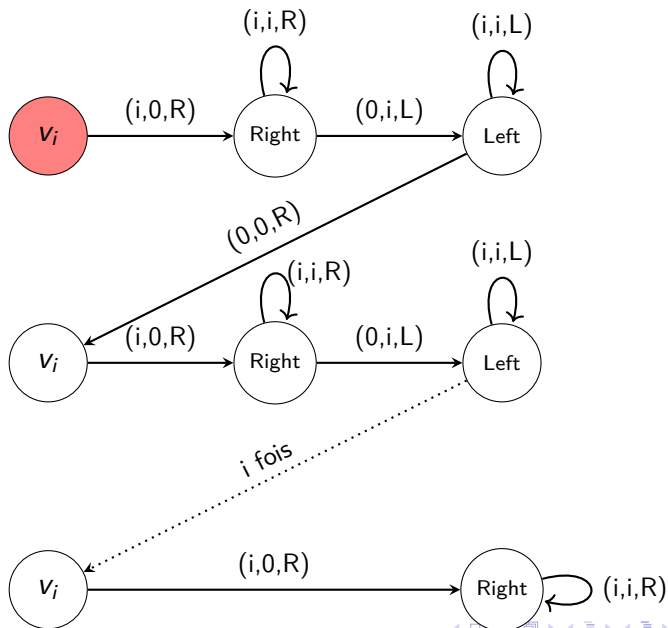




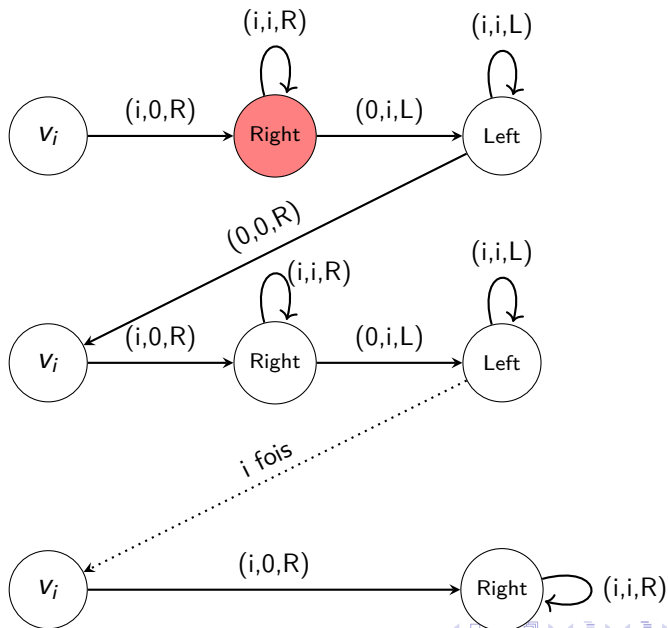
# Vitesse variable



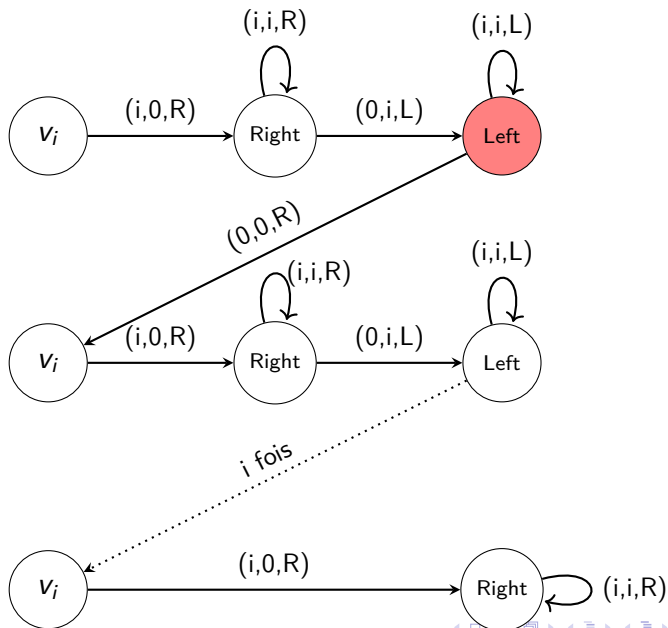
# Vitesse variable



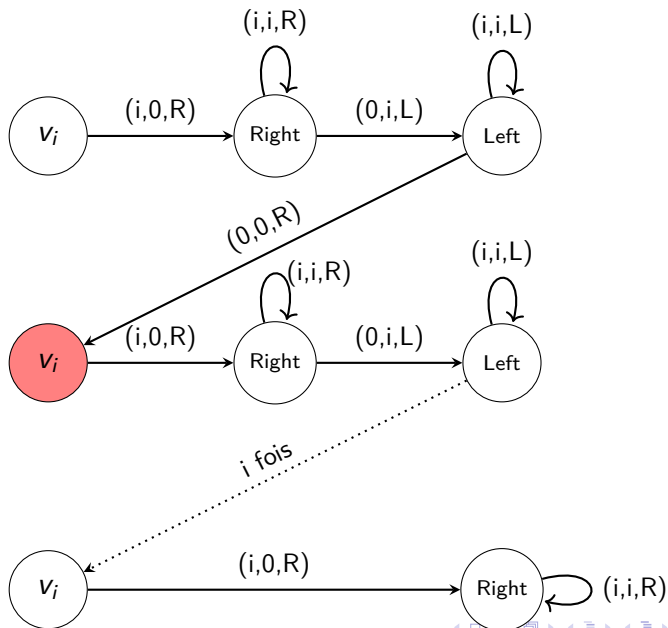
# Vitesse variable



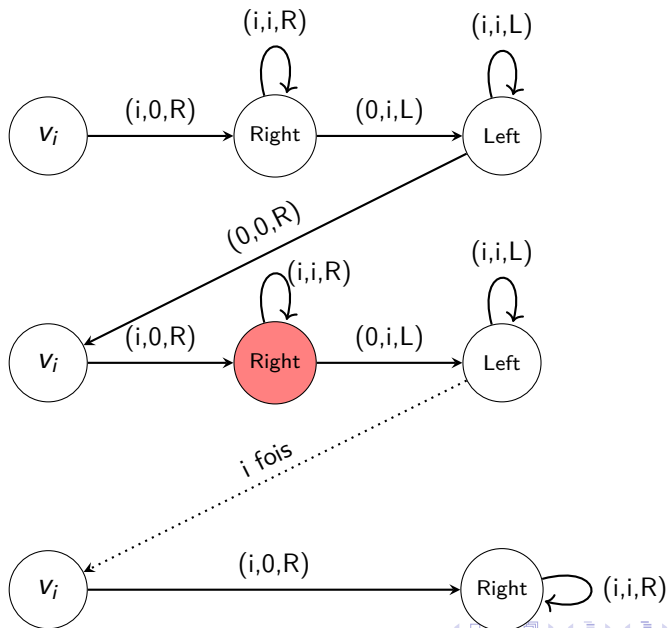
# Vitesse variable



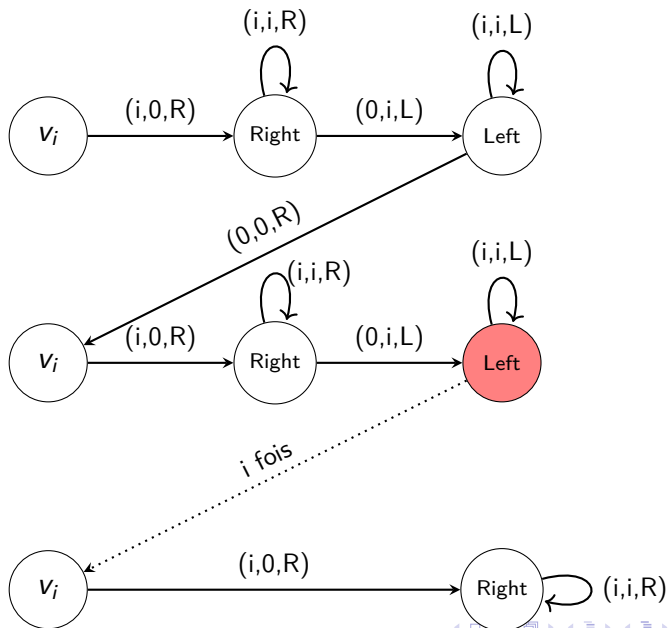
# Vitesse variable



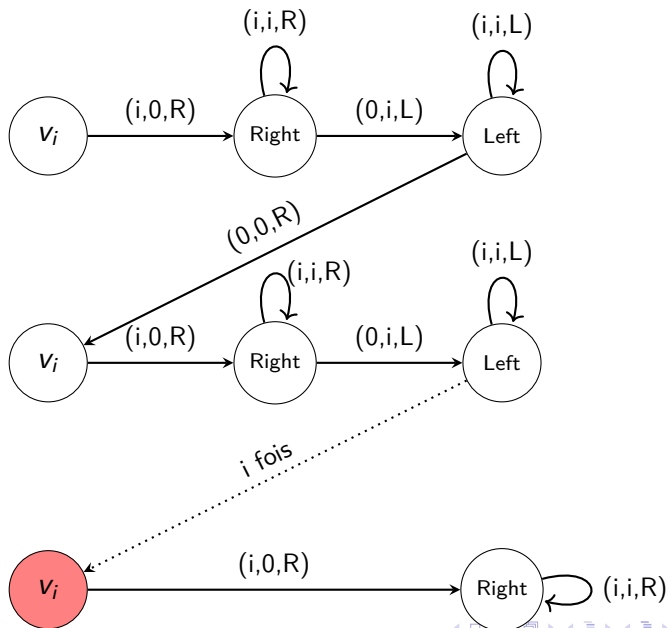
# Vitesse variable



# Vitesse variable

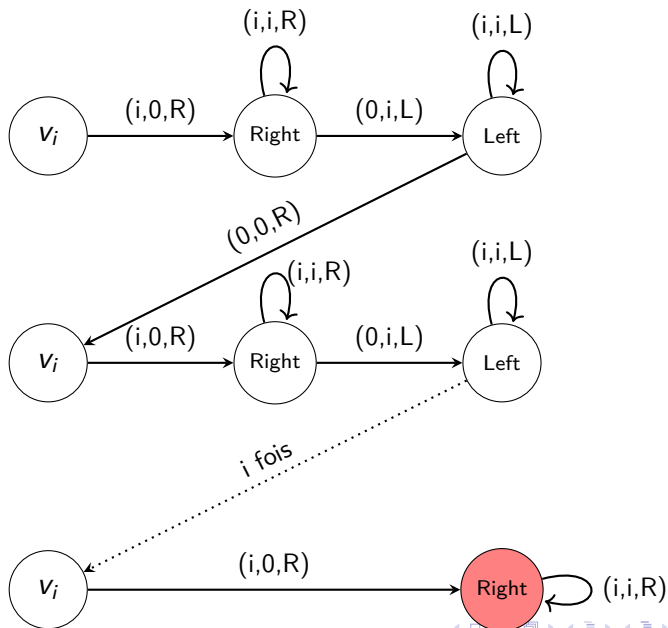


# Vitesse variable

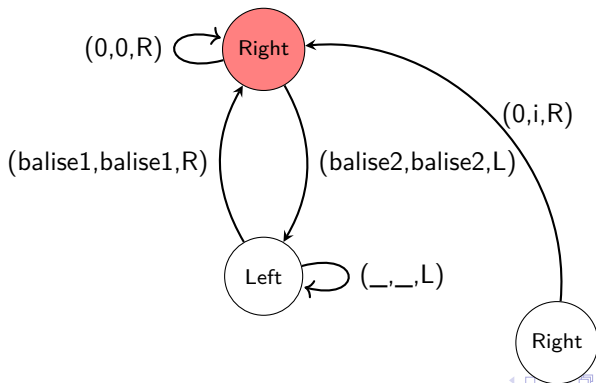




# Vitesse variable



# Vitesse variable



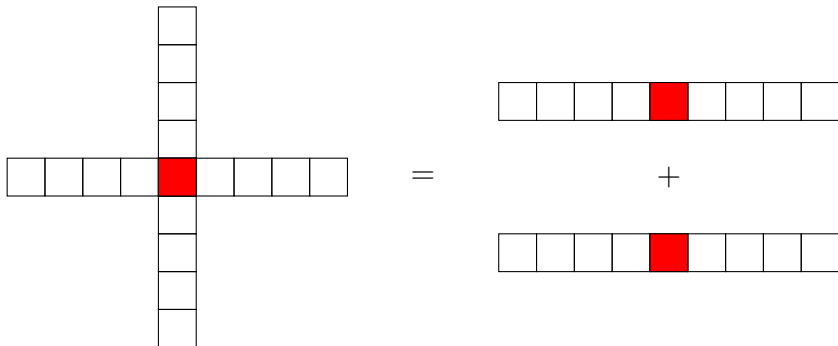
# Vitesse variable



# Vitesse variable



# Carrefour



## UPGRADES nécessaires

- ▶ La possibilité de se téléporter
- ▶ Des cases partagées

# Carrefour



# UPGRADE Téléportation

Turing Téléportation  $\iff$  Turing Stationnaire



# UPGRADE Téléportation

Turing Téléportation  $\Longleftrightarrow$  Turing Stationnaire

Turing Téléportation  $\geq$  Turing Stationnaire

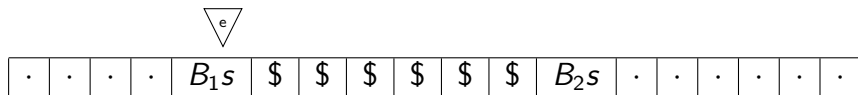
# UPGRADE Téléportation

Turing Téléportation  $\Longleftrightarrow$  Turing Stationnaire

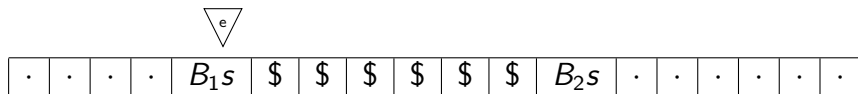
Turing Téléportation  $\geq$  Turing Stationnaire

Turing Téléportation  $\leq$  Turing Stationnaire

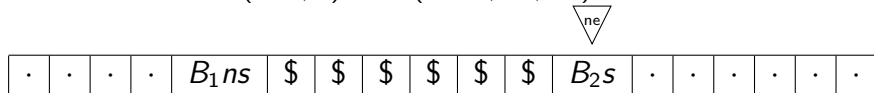
# Turing Téléportation



# Turing Téléportation



$$(B_1s, e) \longrightarrow (B_1ns, ne, B_2)$$



# Turing Stationnaire



.	.	.	.	$B_1s$	\$	\$	\$	\$	\$	\$	$B_2s$	.	.	.	.	.	.
---	---	---	---	--------	----	----	----	----	----	----	--------	---	---	---	---	---	---

# Turing Stationnaire



.	.	.	.	$B_1s$	\$	\$	\$	\$	\$	\$	$B_2s$	.	.	.	.	.	.
---	---	---	---	--------	----	----	----	----	----	----	--------	---	---	---	---	---	---

$$(B_1s, e) \longrightarrow (B_1ns, ne', R)$$



.	.	.	.	$B_1ns$	\$	\$	\$	\$	\$	\$	$B_2s$	.	.	.	.	.	.
---	---	---	---	---------	----	----	----	----	----	----	--------	---	---	---	---	---	---

# Turing Stationnaire



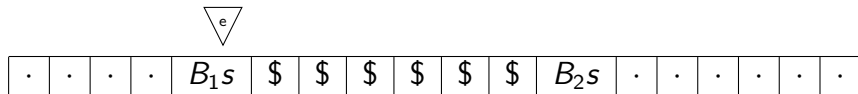
.	.	.	.	$B_1s$	\$	\$	\$	\$	\$	\$	$B_2s$	.	.	.	.	.	.
---	---	---	---	--------	----	----	----	----	----	----	--------	---	---	---	---	---	---

$$(\$ , ne') \longrightarrow (\$ , ne' , R)$$

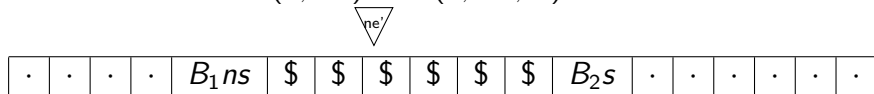


.	.	.	.	$B_1ns$	\$	\$	\$	\$	\$	\$	$B_2s$	.	.	.	.	.	.
---	---	---	---	---------	----	----	----	----	----	----	--------	---	---	---	---	---	---

# Turing Stationnaire



$$(\$ , ne') \longrightarrow (\$ , ne' , R)$$





# Turing Stationnaire



.	.	.	.	$B_1s$	\$	\$	\$	\$	\$	\$	$B_2s$	.	.	.	.	.	.
---	---	---	---	--------	----	----	----	----	----	----	--------	---	---	---	---	---	---

$$(\$ , ne') \longrightarrow (\$ , ne' , R)$$



.	.	.	.	$B_1ns$	\$	\$	\$	\$	\$	\$	$B_2s$	.	.	.	.	.	.
---	---	---	---	---------	----	----	----	----	----	----	--------	---	---	---	---	---	---

# Turing Stationnaire



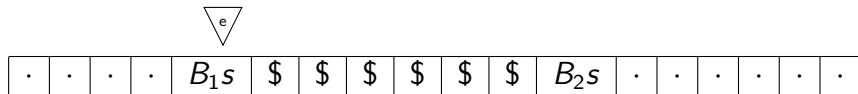
.	.	.	.	$B_1s$	\$	\$	\$	\$	\$	\$	$B_2s$	.	.	.	.	.	.
---	---	---	---	--------	----	----	----	----	----	----	--------	---	---	---	---	---	---

$$(\$ , ne') \longrightarrow (\$ , ne' , R)$$

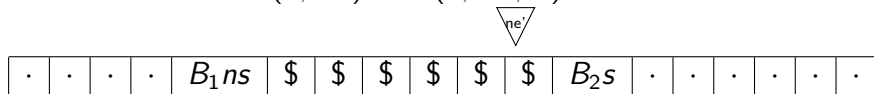


.	.	.	.	$B_1ns$	\$	\$	\$	\$	\$	\$	$B_2s$	.	.	.	.	.	.
---	---	---	---	---------	----	----	----	----	----	----	--------	---	---	---	---	---	---

# Turing Stationnaire



$$(\$ , ne') \longrightarrow (\$ , ne' , R)$$



# Turing Stationnaire



.	.	.	.	$B_1s$	\$	\$	\$	\$	\$	\$	$B_2s$	.	.	.	.	.	.
---	---	---	---	--------	----	----	----	----	----	----	--------	---	---	---	---	---	---

$$(\$ , ne') \longrightarrow (\$ , ne' , R)$$



.	.	.	.	$B_1ns$	\$	\$	\$	\$	\$	\$	$B_2s$	.	.	.	.	.	.
---	---	---	---	---------	----	----	----	----	----	----	--------	---	---	---	---	---	---

$$(B_2s , ne') \longrightarrow (B_2s , ne , S)$$



.	.	.	.	$B_1ns$	\$	\$	\$	\$	\$	\$	$B_2s$	.	.	.	.	.	.
---	---	---	---	---------	----	----	----	----	----	----	--------	---	---	---	---	---	---

# UPGRADE Téléportation

Turing Téléportation  $\iff$  Turing Stationnaire

# UPGRADE Cases Partagées

Turing Cases Partagées  $\iff$  Turing Téléportation

# UPGRADE Cases Partagées

Turing Cases Partagées  $\iff$  Turing Téléportation

Turing Cases Partagées  $\geq$  Turing Téléportation

# UPGRADE Cases Partagées

Turing Cases Partagées  $\iff$  Turing Téléportation

Turing Cases Partagées  $\geq$  Turing Téléportation

Turing Cases Partagées  $\leq$  Turing Téléportation



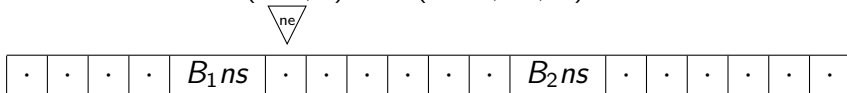
# Cases Partagées



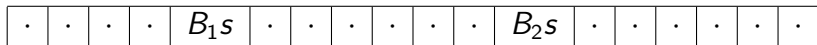
# Cases Partagées



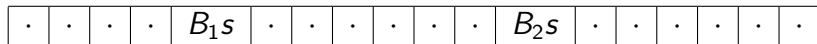
$$(B_1s, e) \longrightarrow (B_1ns, ne, R)$$



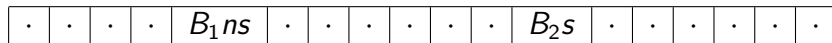
# Turing Téléportation



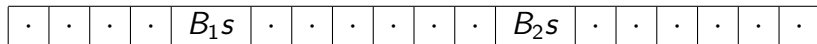
# Turing Téléportation



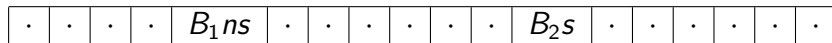
$$(B_1s, e) \longrightarrow (B_1ns, ne_1, B_2)$$



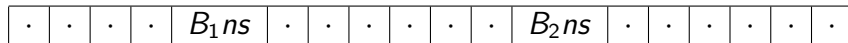
# Turing Téléportation



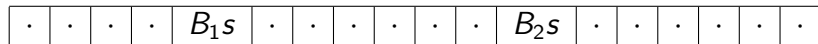
$$(B_1s, e) \longrightarrow (B_1ns, ne_1, B_2)$$



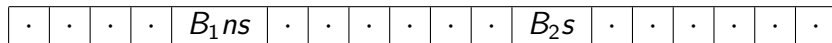
$$(B_2s, ne_1) \longrightarrow (B_2ns, ne_2, B_1)$$



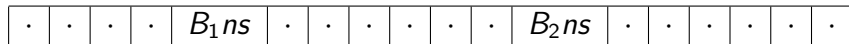
# Turing Téléportation



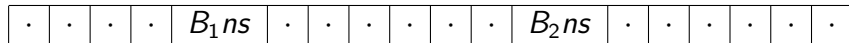
$$(B_1s, e) \longrightarrow (B_1ns, ne_1, B_2)$$



$$(B_2s, ne_1) \longrightarrow (B_2ns, ne_2, B_1)$$



$$(B_1ns, ne_2) \longrightarrow (B_1ns, ne, R)$$



# UPGRADE Cases Partagées

Turing Cases Partagées  $\iff$  Turing Téléportation

# Simulation Carrefour

## Symboles

- ▶ Vide  $\longrightarrow$  0
- ▶ Voiture horizontale  $\longrightarrow$  7
- ▶ Voiture verticale  $\longrightarrow$  8



# Simulation Carrefour

## Symboles

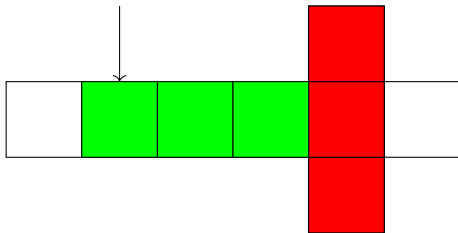
- ▶ Vide  $\longrightarrow$  0 (4 au centre)
- ▶ Voiture horizontale  $\longrightarrow$  7 (5 au centre)
- ▶ Voiture verticale  $\longrightarrow$  8 (6 au centre)

# Simulation Carrefour

1. Déplacer les voitures horizontales, en amont
2. Cases Partagées
3. Déplacer les voitures horizontales, en aval
4. Téléportation
5. Déplacer les voitures verticales, en amont
6. Cases Partagées
7. Déplacer les voitures verticales, en aval
8. Téléportation

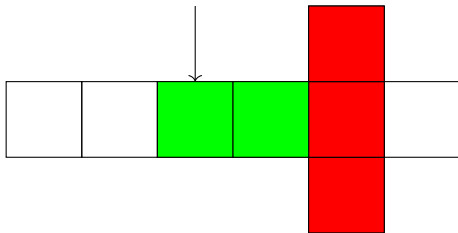
# Simulation Carrefour

1. Déplacer les voitures horizontales, en amont
5. Déplacer les voitures verticales, en amont



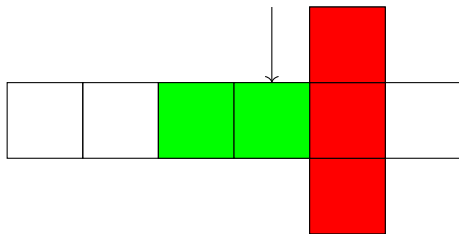
# Simulation Carrefour

1. Déplacer les voitures horizontales, en amont
5. Déplacer les voitures verticales, en amont



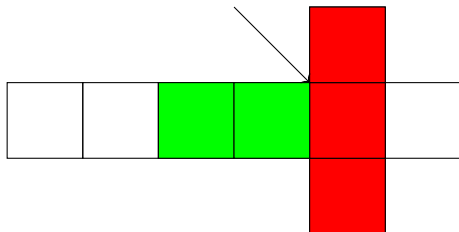
# Simulation Carrefour

1. Déplacer les voitures horizontales, en amont
5. Déplacer les voitures verticales, en amont



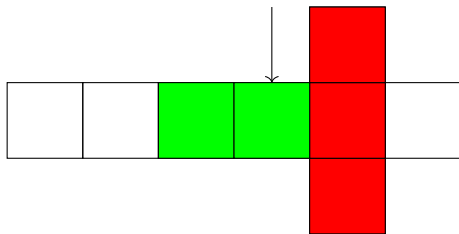
# Simulation Carrefour

1. Déplacer les voitures horizontales, en amont
- 2.
- 3.
- 4.
5. Déplacer les voitures verticales, en amont



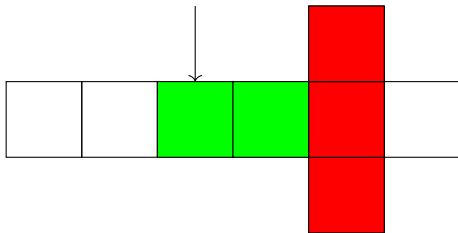
# Simulation Carrefour

1. Déplacer les voitures horizontales, en amont
5. Déplacer les voitures verticales, en amont



# Simulation Carrefour

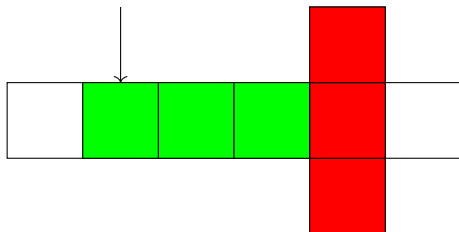
1. Déplacer les voitures horizontales, en amont
5. Déplacer les voitures verticales, en amont





# Simulation Carrefour

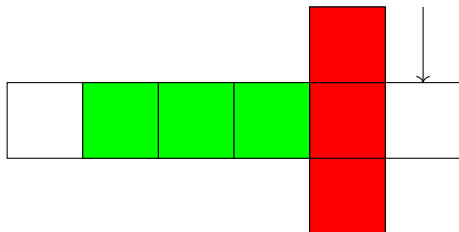
1. Déplacer les voitures horizontales, en amont
- 2.
- 3.
- 4.
5. Déplacer les voitures verticales, en amont



# Simulation Carrefour

3. Déplacer les voitures horizontales, en aval

7. Déplacer les voitures verticales, en aval



# Limites du modèle

	Route Simple	Carrefour Simple
Symboles		
États		
Transitions		

# Limites du modèle

	Route Simple	Carrefour Simple
Symboles	3	9
États		
Transitions		

# Limites du modèle

	Route Simple	Carrefour Simple
Symboles	3	9
États	3	23
Transitions		

# Limites du modèle

	Route Simple	Carrefour Simple
Symboles	3	9
États	3	23
Transitions	6	89

# Conclusion

# Conclusion

Machine de Turing = Théorique



# Conclusion

Machine de Turing = Théorique  
Équivalences = Intéressant

# Conclusion

Machine de Turing = Théorique

Équivalences = Intéressant

Petite Échelle = Ludique

# Conclusion

Machine de Turing = Théorique

Équivalences = Intéressant

Petite Échelle = Ludique

Grande Échelle = Difficile

# Conclusion

Machine de Turing = Théorique

Équivalences = Intéressant

Petite Échelle = Ludique

Grande Échelle = Difficile

Acquis = Revues