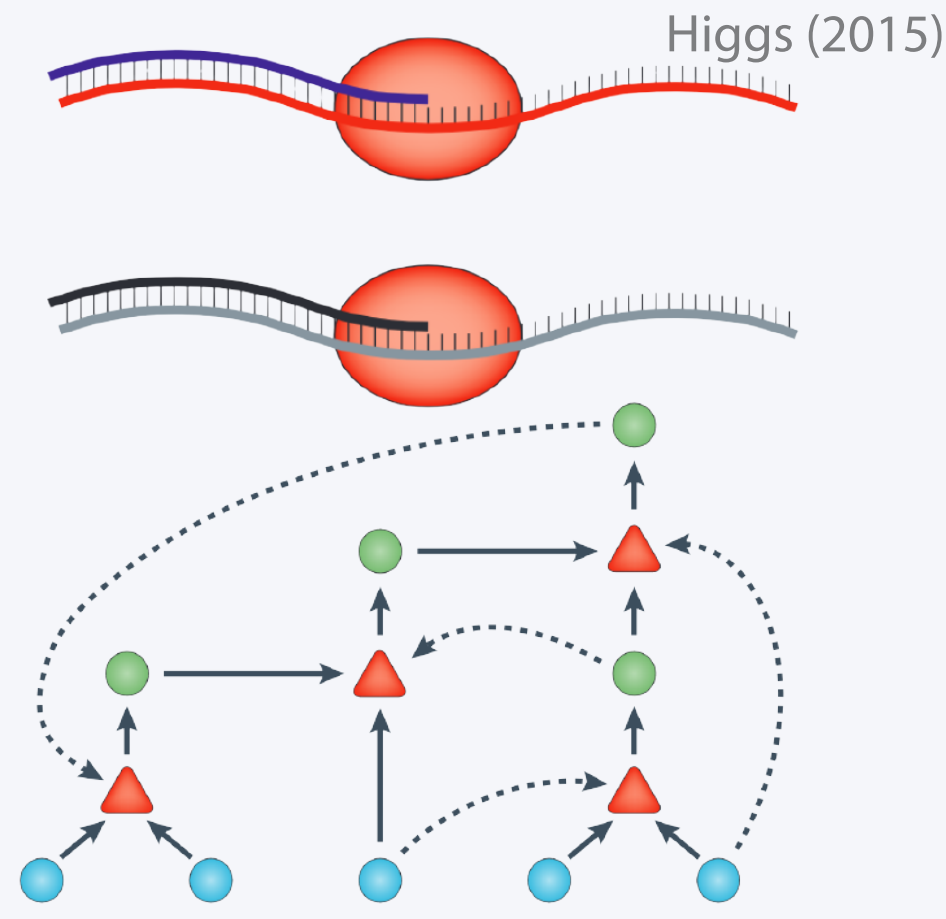


Coopération et origine de la vie

La coopération est un élément central des théories portant sur l'origine de la vie. Par exemple, dans celle dite de « monde ARN », un **ribozyme** recopie un brin non apparenté, ce qui peut être considéré comme une forme de coopération.

De la même manière, catalyser la production d'autres composantes d'un **ensemble autocatalytique** représente une forme de comportement coopératif.

La coopération n'implique pas un acte conscient!



	Coopération	Défection
Coopération	R 3	S 0
Défection	T 5	P 1

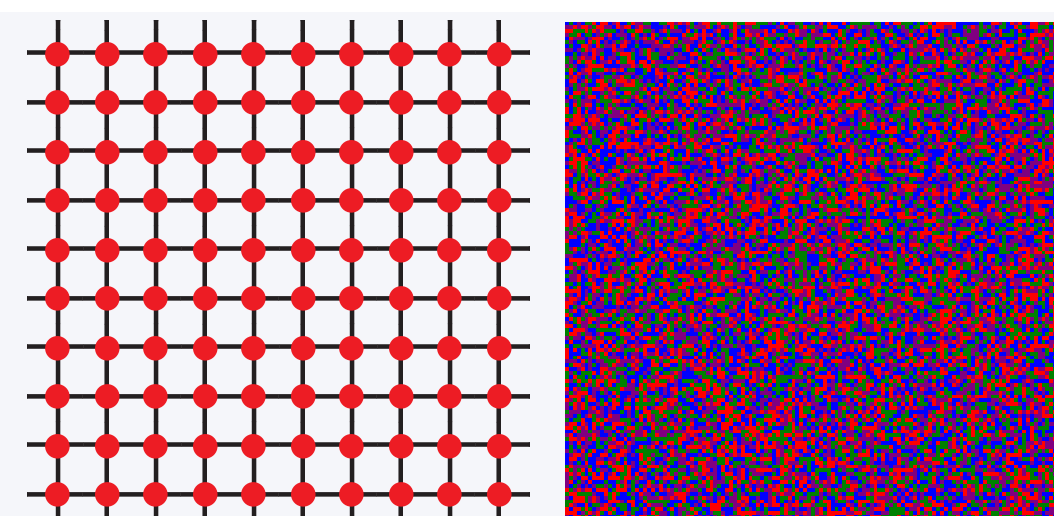
Le **Dilemme du Prisonnier** a été étudié en détail — notamment en contexte (micro)biologique. L'une de ses extensions, le **DP Itéré**, peut être utilisée pour modéliser l'interaction répétée entre des individus.

Bien que l'équilibre de Nash du DP soit de faire défection, la stratégie de **coopération réciproque** a fait ses preuves face à un éventail varié d'opposants — mais sa performance chute lorsque l'environnement subit des perturbations.

ALLC : coopération absolue (« always cooperate »)
ALLD : défection absolue (« always defect »)
TFT : coopération réciproque (« Tit-for-Tat »)
RND : stratégie aléatoire (« random »)

Modéliser l'émergence de la coopération

1. L'on peut modéliser la **dynamique des comportements coopératifs** en contexte évolutif en utilisant un réseau cartésien, sur lequel l'on distribue des joueurs. Chaque joueur se comporte selon l'une des stratégies mentionnées

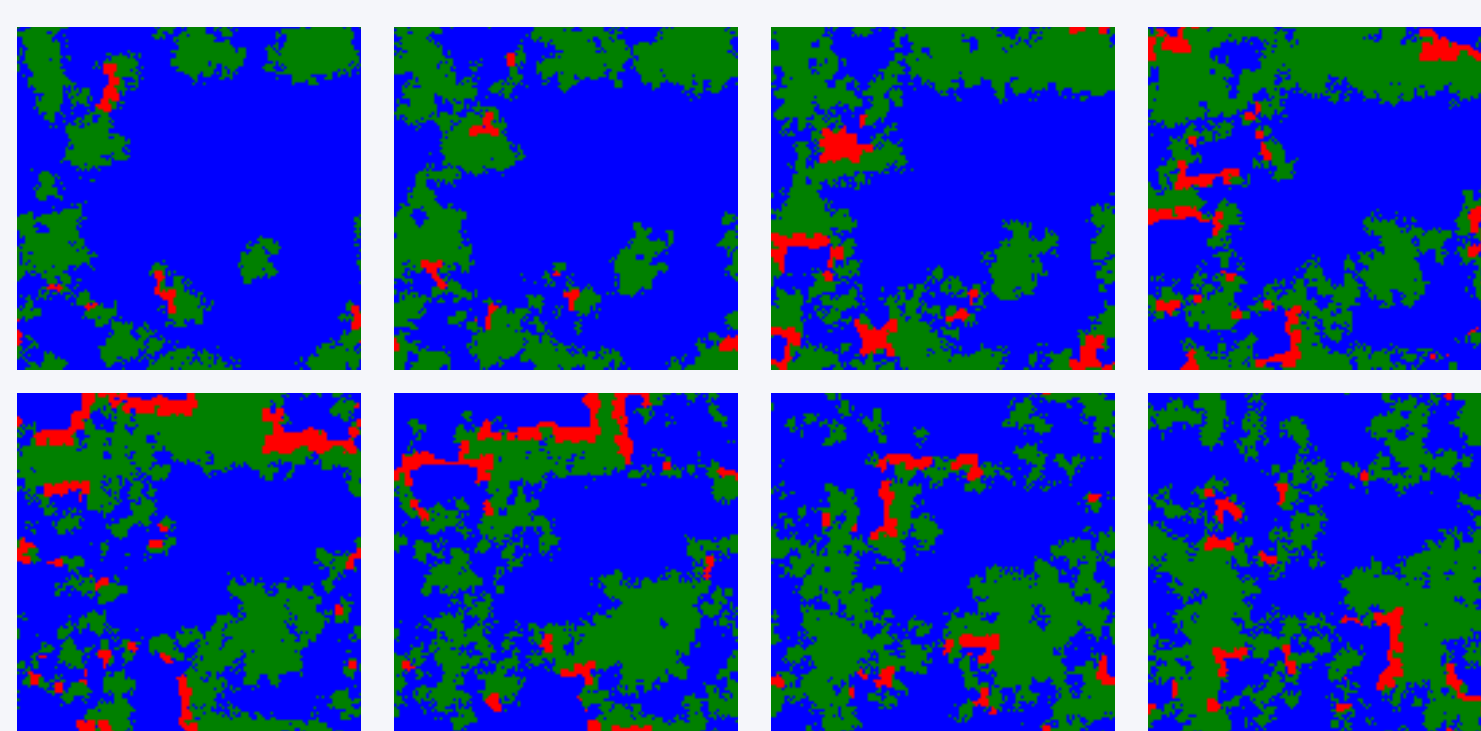
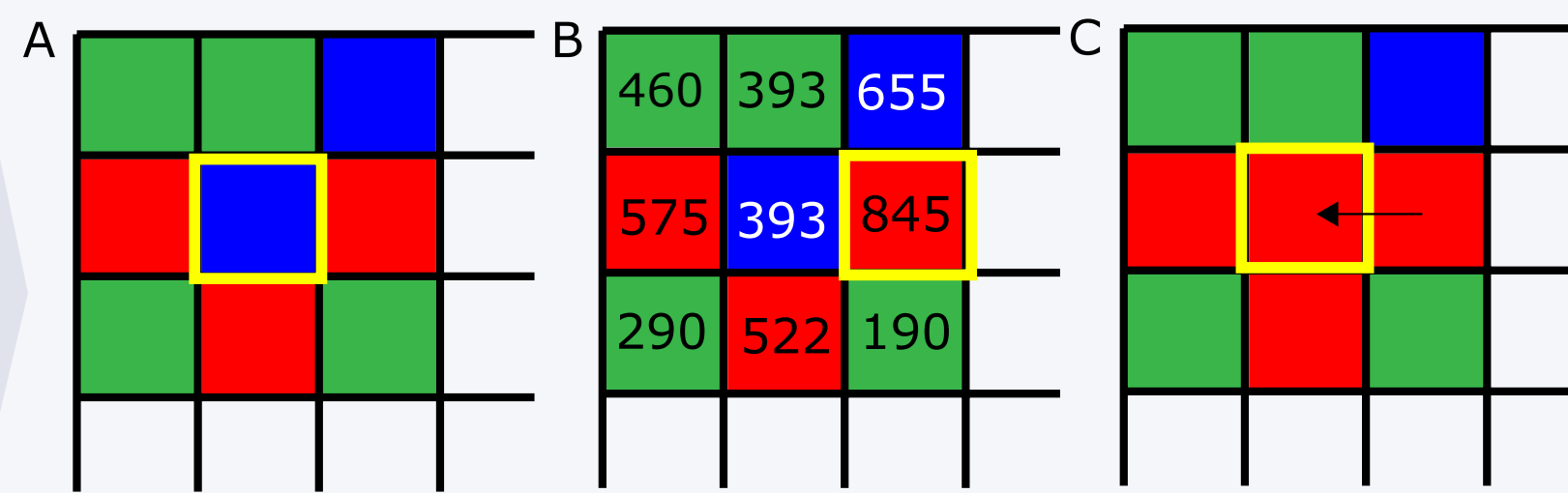


	0	1	5	...	3	3	1	52
TFT	C	D	D	...	C	C	C	X
RND	D	D	C	...	C	C	D	X
	5	1	1	...	3	3	5	50

	V	V	V	V
V	C	V	V	V
V	V	V	V	V

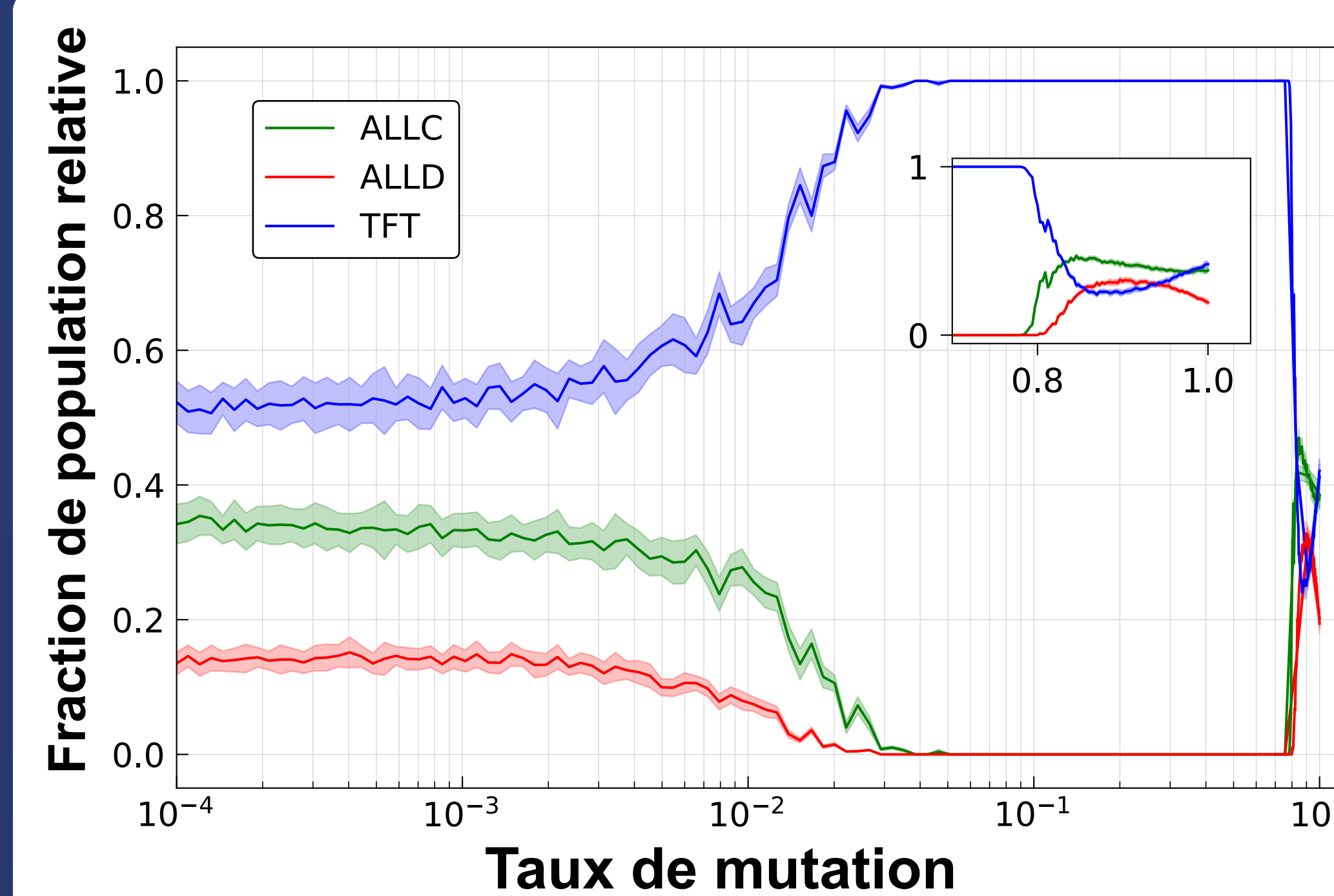
2. À chaque itération du modèle, chaque joueur affronte chacun de ses voisins à des parties de **DPI de M coups**. Le pointage de chaque partie de DP est comptabilisé.

3. Le pointage de chaque joueur est ensuite **comparé** avec celui de chaque voisin. Les joueurs adoptent la stratégie de leur voisin ayant le plus haut pointage, ou conservent le leur, le cas échéant.



4. La résultante en est une dynamique évolutive complexe au fil du temps. La **longueur des interactions** et la **spatialité** sont des paramètres importants qui influent sur la dynamique du système.

Les mutations favorisent la coopération en contexte évolutif.



La vie pourrait être **plus résiliente** que pensé actuellement, et la zone d'habitabilité **plus grande** que présumée.

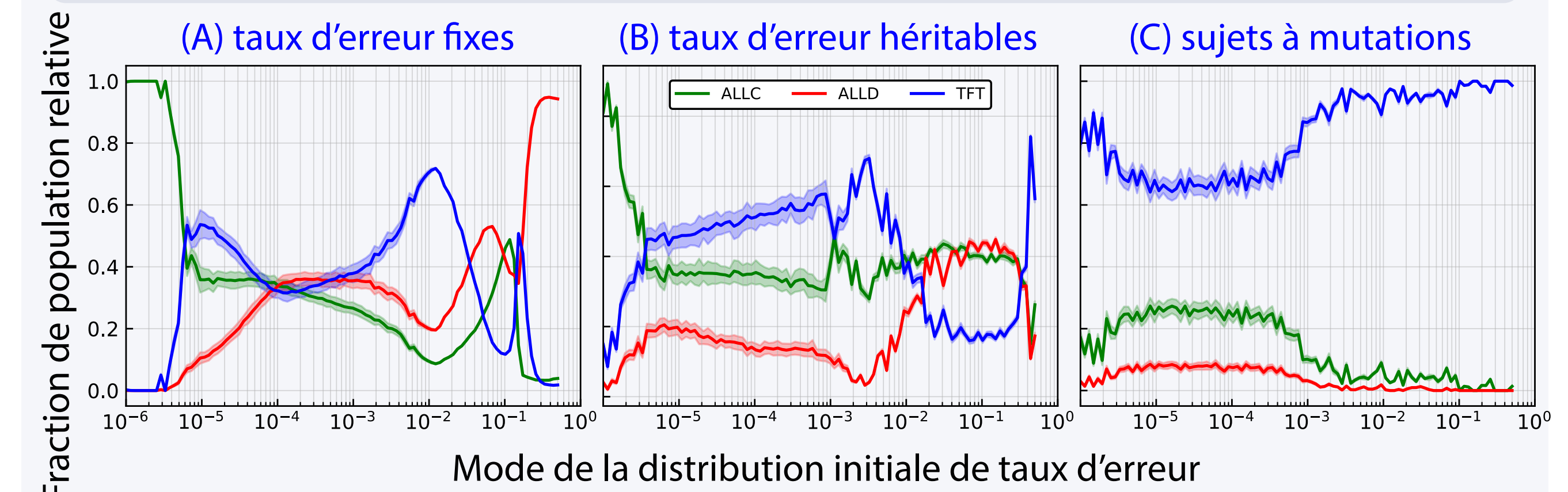
Voir en ligne:



@AlexRChampagne
<https://alexandrechampagne.io>

Taux d'erreur et triade de la biologie évolutionniste

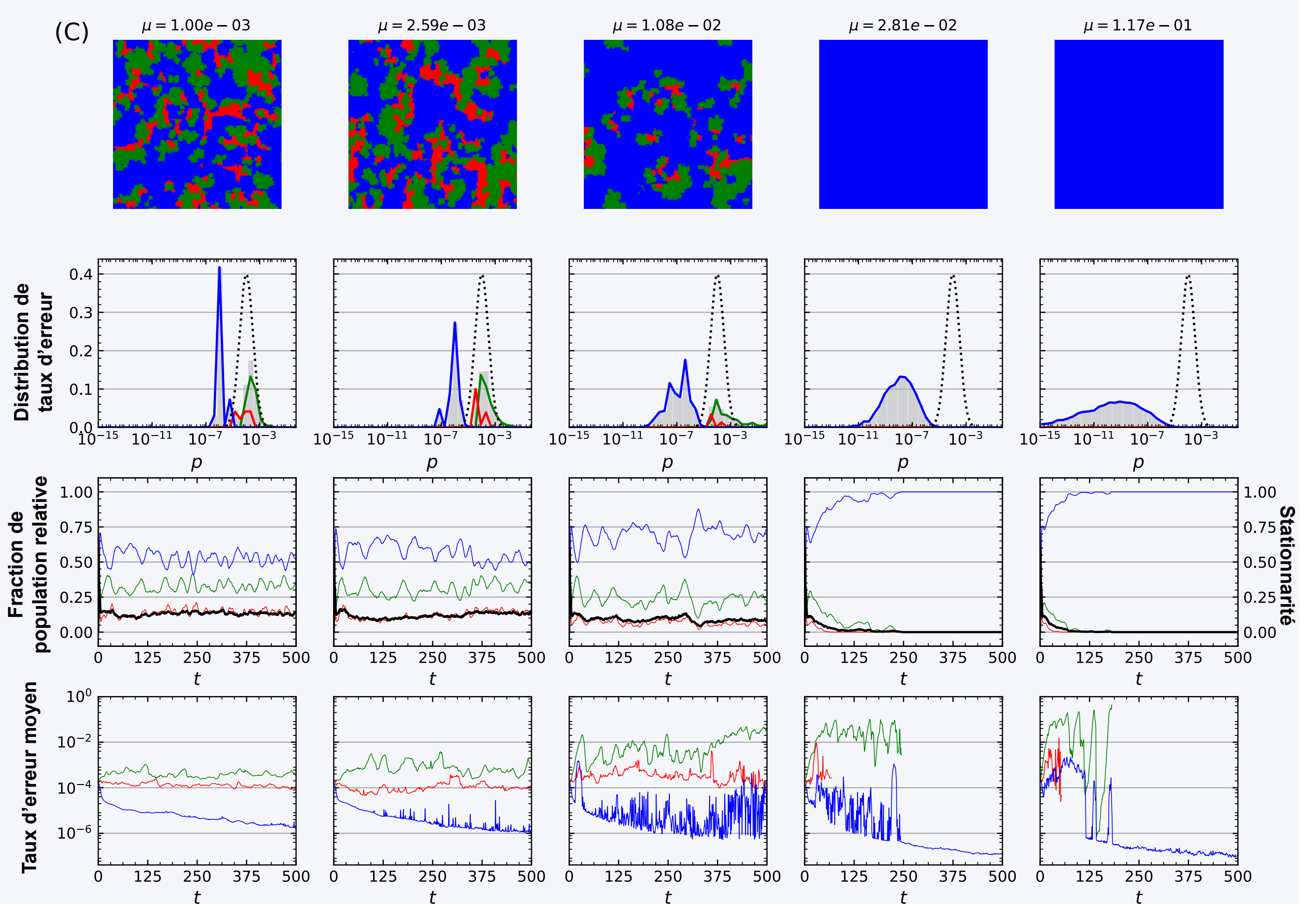
L'on peut présumer que l'environnement prébiotique propice à l'émergence de la vie fut sujet à des **perturbations dites « stochastiques »**. Nous avons ainsi voulu investiguer de quelle manière la coopération pouvait émerger en contexte évolutif et dans un tel environnement. En introduisant un **taux d'erreur** suite auquel les joueurs se trompent avec une probabilité p , nous avons complété un grand nombre de simulations en incluant plusieurs éléments de la biologie évolutionniste.



Si les coopérateurs possèdent un léger avantage en environnement perturbé lorsque p est petit (A), rendre le taux d'erreur héritable (B) augmente le succès de la stratégie TFT. Toutefois, lorsque les taux d'erreur sont également sujets à mutations, la **prédominance de TFT augmente de manière significative** (C).

Transition vers la coopération-réciprocité

Lorsque le taux de mutation augmente (figure centrale), le système atteint un « point critique » auquel TFT envahit complètement le réseau — ce qui **établit de manière robuste une dynamique de coopération** — et ce, pour une grande plage de valeurs des paramètres du système. Proche de ce point, le comportement du système (illustré ci-dessous) subit des fluctuations importantes rappelant les transitions de phase.



Une domination robuste de la coopération, introduite dès que la triade évolutionniste est introduite dans le système, suggère que la **vie pourrait ainsi émerger dans des environnements perturbés de manière significative** ou possiblement violents — tels des classes d'étoiles subissant des quantités importantes de radiation (e.g. étoiles M). Ces conclusions remettent en question notre conception traditionnelle de la **zone dite habitable d'une étoile**, et conséquemment la manière dont l'on cherche la vie ailleurs dans l'Univers.