

ARE Dynamic

# **Modèle de simulation d'inflation économique**

**Réalisé par :**

Christophe Zhuang

Dorian Gouilly

# Thématique

Jamais l'humanité n'avait été aussi prospère, une population mondiale qui grimpe, l'entrepreneuriat n'a jamais autant battu son plein, mais depuis peu, nombres des habitants font la remarque sur la perte du pouvoir d'achat, effectivement, avec une même somme, au fil des années, cet argent perd de sa valeur, cela est causé par un terme grand connu du public, mais méconnu de l'intérieur : **l'inflation**.

Selon l'INSEE [1], l'inflation est la perte du pouvoir d'achat de la monnaie qui se traduit par une augmentation générale et durable des prix. Par ailleurs, elle se distingue de l'augmentation du coût de la vie.

## Problématique

On peut alors se demander, comment les habitants et les entreprises agissent entre eux, et en quoi leurs agissements font effet sur l'inflation?

## Modèle

Dans un modèle de simulation d'inflation non-stochastique, les habitants et les entreprises sont les agents clés. L'ajustement des prix pour obtenir les faveurs des habitants, l'emplacement géographique des entreprises, la planification des productions mensuels des entreprises, sont ceux qui permettent l'évolution partielle de l'inflation.

### Présentation du modèle :

- 1) **Fonctionnalités essentielles:**
  - **Duopole de Bertrand** (*Bertrand*, 1883) à **N entreprises**
  - **Oligopole de Cournot** (*Cournot*, 1838) à **N entreprises**
- 2) **Autres fonctionnalités**
- 3) **Paramètres de la simulation**

### 1) Fonctionnalités essentielles:

#### **Duopole de Bertrand à N entreprises:**

##### Définition:

Le modèle de Bertrand consiste à pousser les entreprises à baisser leurs prix de ventes afin de gagner une plus grosse part du marché, ainsi il s'agit d'une compétition des prix.

##### Condition :

- Entreprises vendant un bien homogène
- Au moins  $N \geq 2$  entreprises doivent exister
- Prix de ventes  $P \geq$  Coût Marginal
- Prix de ventes  $P \leq$  Prix Maximal
- Pas de coopérations inter-entreprises, elles sont toutes en recherche de profit maximum

##### Présentation:

Soient N firmes vendant un même bien homogène, ayant un même coût marginal

constant égal à C, et pour chaque entreprise, selon son type (Micro, Petite, Moyenne, Grande), ils détiennent une agressivité de diminution du prix (3%, 2%, 1%, 0.5%).

On suppose que les consommateurs achètent toujours à l'entreprise le moins cher et dont la distance n'est pas absurde, on détermine ainsi la meilleure entreprise via la formule suivante:

$$p_{best} = \min(p.prix + p.distance * \Delta)$$

avec  $\Delta \in [0,1]$ , représentant l'importance de la distance dans la simulation.

On suppose que les entreprises convergent toujours leurs prix de vente vers le prix minimum parmi ses concurrents, via la formule suivante:

$$prix = \max(prix - (0.1 * a * prix_{min}), c)$$

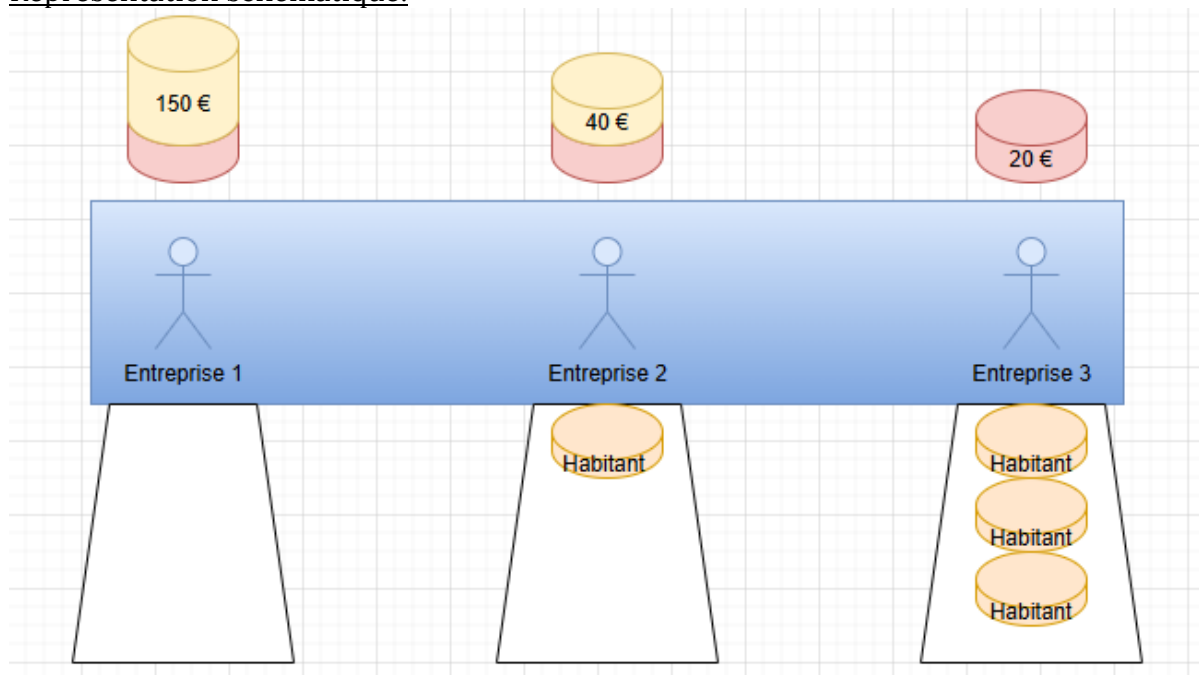
avec "a", représentant l'agressivité,  $prix_{min}$ , représentant le prix minimum parmi les concurrents, et "c", le coût marginal du secteur.

On suppose que les entreprises à 10% de chance de baisser son prix quand ces derniers sont plusieurs à avoir atteint le prix minimum, via la formule suivante:

$$prix = \max(prix - 0.005, c)$$

avec "c", le coût marginal du secteur.

Représentation schématique:



### **Oligopole de Cournot à N entreprises:**

#### Définition:

Dans le cas de l'oligopole de Cournot à N entreprises, les entreprises sont en concurrence sur leurs productions.

#### Condition :

Plusieurs conditions doivent être réunis :

- Entreprises vendant un bien homogène
- Au moins  $N \geq 2$  entreprises doivent exister
- Pas de coopérations inter-entreprises, elles sont toutes en recherche de profit maximum.
- Prix de ventes initiaux

#### Présentation:

On définit  $Q$  comme étant la quantité totale produite sur le marché, on a alors :

$$Q = \sum_{i=1}^N q_i$$

Le prix peut être alors définie par :

$$P(Q) = a - bQ \text{ avec } a, b > 0$$

Dans notre cas, on définit  $a$ , qui représente le prix maximal et  $b$ , qui représente la sensibilité du prix par rapport à la quantité, soit :  $(a) / (\text{demande totale} + 1)$

On définit le profit d'une entreprise  $E$  par  $\pi_E$ , on a alors:

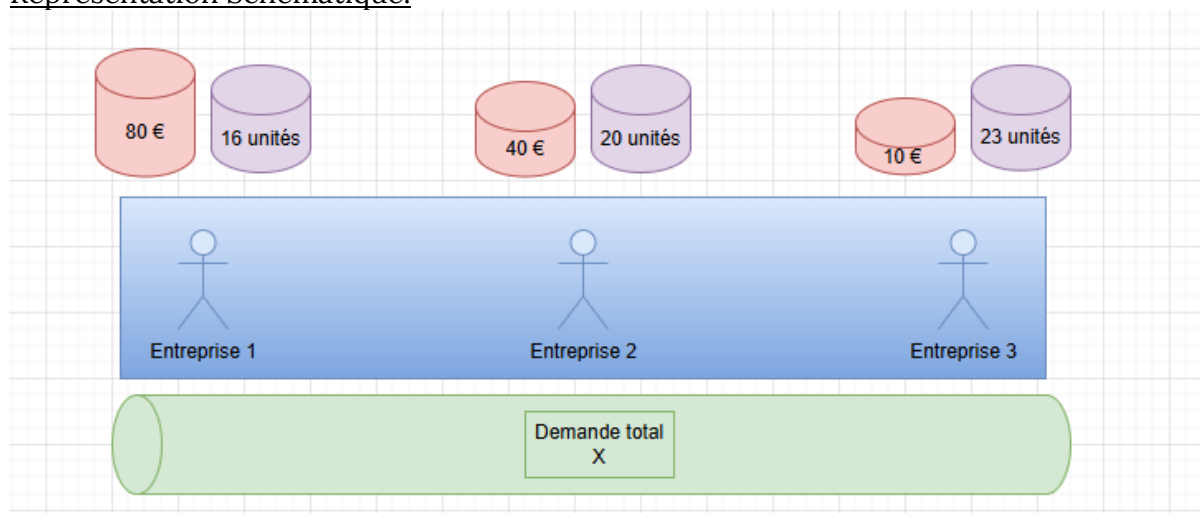
$$\pi_E = q_E * P(Q) - c * q_E$$

avec  $c$  représentant le coût marginal d'un produit

La quantité de base peut être alors définie par :

$$q^c = \frac{a - c}{b(n + 1)}$$

#### Représentation Schématique:



## **2) Autres fonctionnalités:**

<b><u>Fonctions</u></b>	<b><u>Classes</u></b>	<b><u>Description</u></b>	<b><u>Implémentés</u></b>
Déplacement	Habitant	Fait déplacer les habitants vers l'entreprise choisie	Oui

Achat	Habitant	Réalise un achat quand l'habitant arrive à l'entreprise	Oui
Générer besoins mensuels	Habitant	Attribue une liste de souhait à compléter à l'habitant chaque début du mois	Oui
Vendre	Entreprise	Réalise une vente quand un habitant effectue un achat	Oui
Rayon d'interaction	Entreprise	Relève toutes les entreprises du même secteur dans un certain rayon. (Cliquer sur " a " puis cliquer sur une entreprise). # Minimum 1 entreprise	Oui
Ajuster prix	Entreprise	Fait appel à Bertrand	Oui
Planifier production	Entreprise	Fait appel à Cournot	Oui
Attribuer un secteur à chaque entreprise	Secteur	Attribue un secteur selon un pourcentage à chaque entreprise	Oui
Générer agents (selon la densité d'habitant sur la carte)	Main	Attribuer des coordonnées de départ et dessiner les agents sur la carte selon la densité.	Oui
Affichage des caractéristiques des entreprises	Main	Affiche les détails d'une entreprise lors du survol de ce dernier via la souris	Oui
Affichage du temps	Main	Affiche le temps en année et mois	Oui
Passage mois	Main	Réalise un changement de mois (salaire, besoin, production)	Oui

Calculer IPC	Main	On calcule l'IPC mensuelle	Oui
Calculer inflation	Main	On calcule l'inflation annuelle via l'IPC de chaque début d'année	Oui
Graphique IPC	Graphique	Réalise une courbe d'évolution de IPC	Oui
Graphique Inflation	Graphique	Réalise une courbe d'évolution de l'inflation	Oui

### Formule appliquée (calcule IPC et Inflation):

$$IPC [2] = (Coût_{moyen\ actuel} / Coût_{moyen\ base}) * 100$$

avec  $Coût_{moyen\ actuel}$  qui représente le prix de vente moyen dans le pays le mois actuel et  $Coût_{moyen\ base}$  qui représente le prix de vente moyen de base (initial) du pays.

$$Inflation = ((IPC_{fin\ année} - IPC_{début\ année}) / IPC_{début\ année}) * 100$$

avec  $IPC_{fin\ année}$  qui représente l'IPC du mois de janvier de la nouvelle année et  $IPC_{début\ année}$  qui représente l'IPC du mois de janvier de l'année précédente.

### 3) Paramètres de la simulation

- Nombres d'habitants
- Nombres d'entreprises
- Importance de la distance
- SMIC
- Vitesse de la simulation (modifiable à tout moment, n'influe en rien sur les résultats finaux)

## Résultats

### 1) Courbes

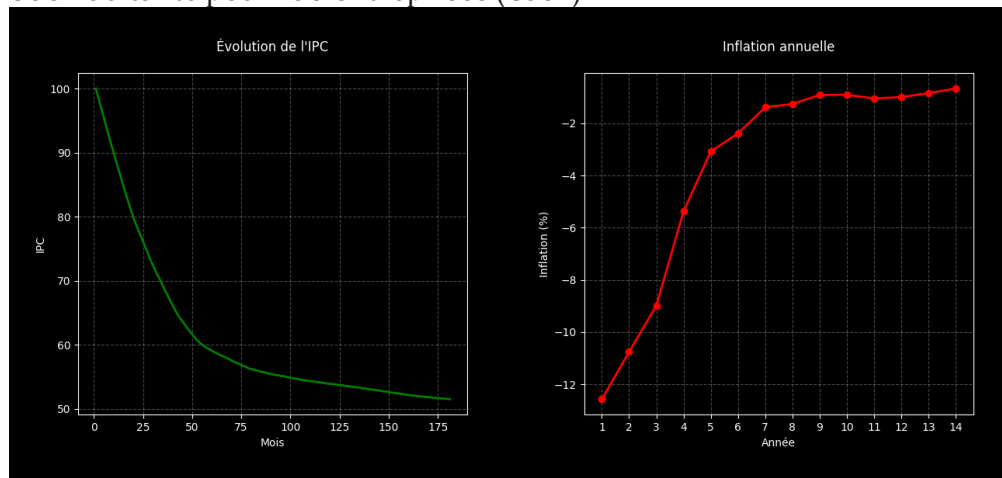
IPC (indice des prix à la consommation) mensuelle et Inflation annuelle :

- Cas 1 : Densité d'habitant faible et élevée
- Cas 2 : Densité d'entreprise faible et élevée
- Cas 3 : Coefficient distance important ou non

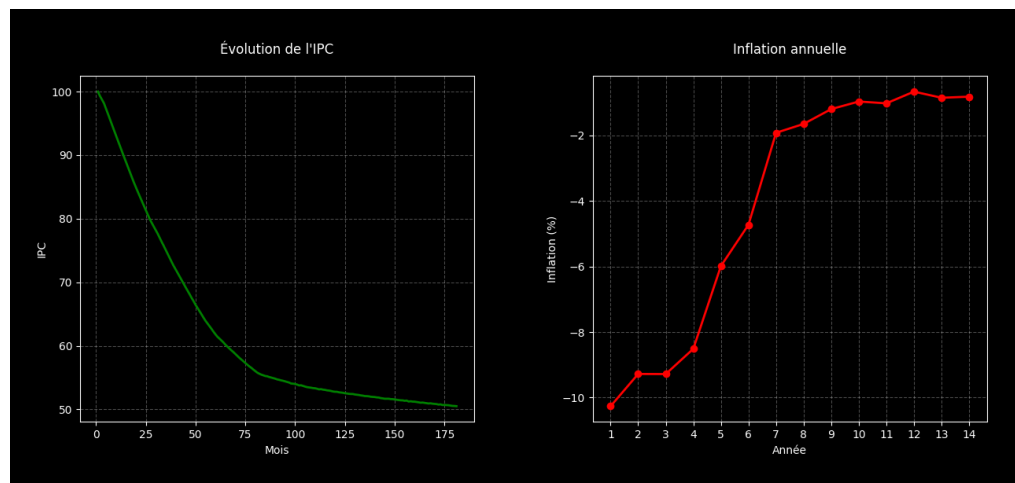
- **Cas 4 : SMIC bas et SMIC élevée**

**Cas 1** avec 5000 habitants et 800 habitants pour 100 entreprises :

800 habitants pour 100 entreprises (Cas 1)

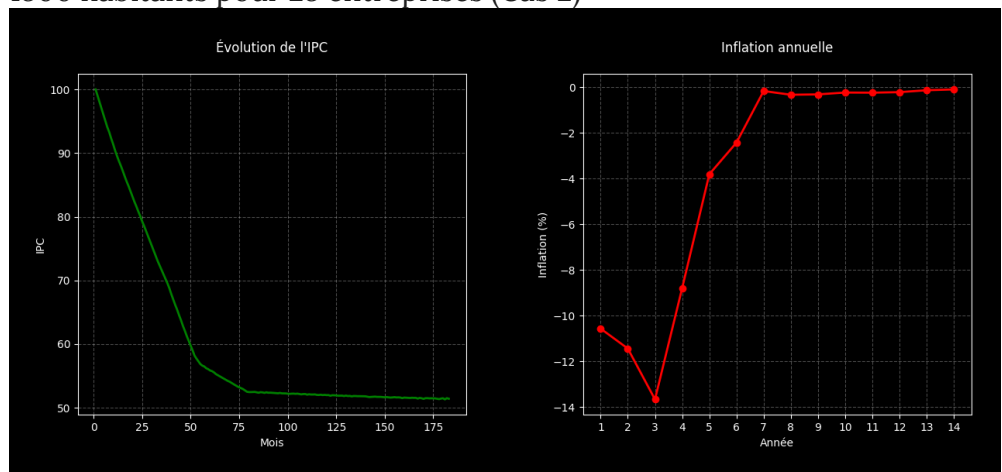


5000 habitants pour 100 entreprises (Cas 1)

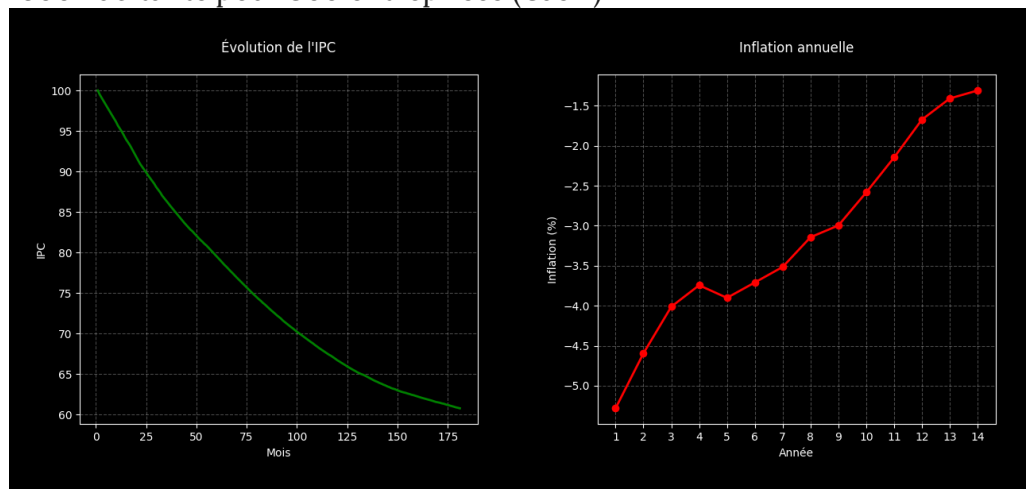


**Cas 2** avec 1500 habitants pour 300 entreprises et 25 entreprises :

1500 habitants pour 25 entreprises (Cas 2)

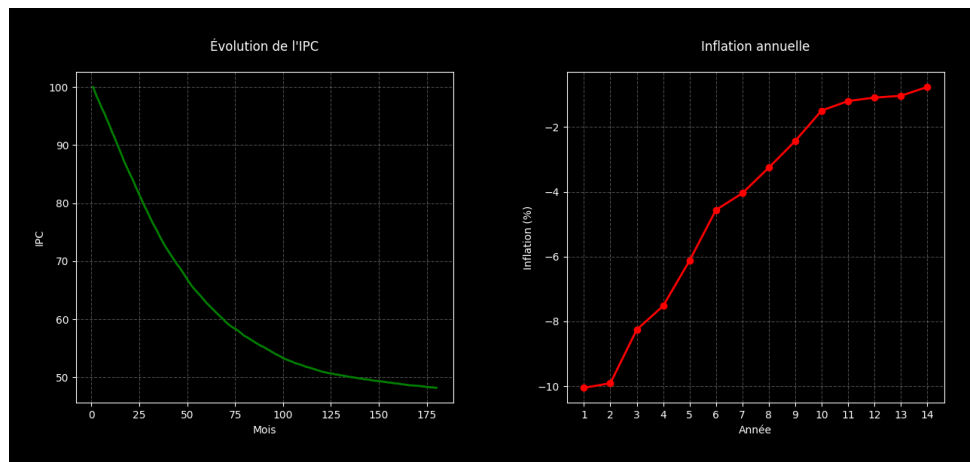


1500 habitants pour 300 entreprises (Cas 2)

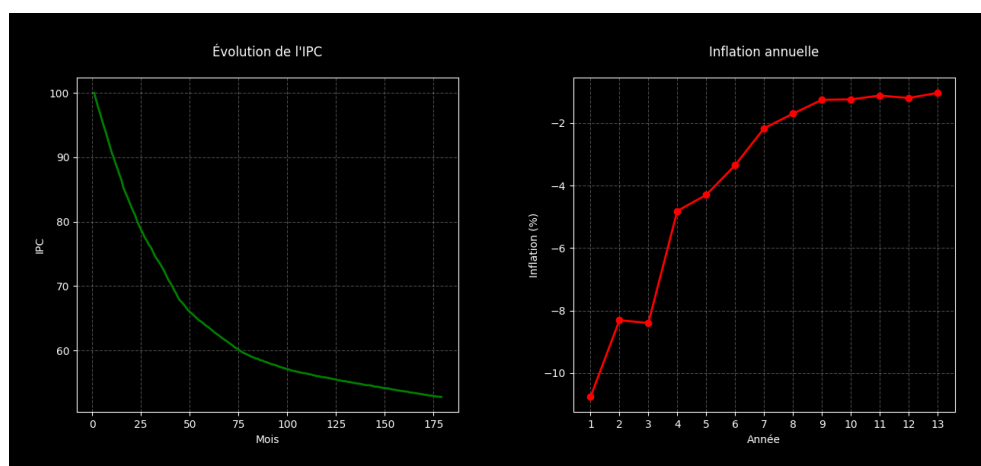


**Cas 3** avec 1500 habitants, 100 entreprises

1500 habitants, 100 entreprises, taux d'importance à la distance à 1 (Cas 3)



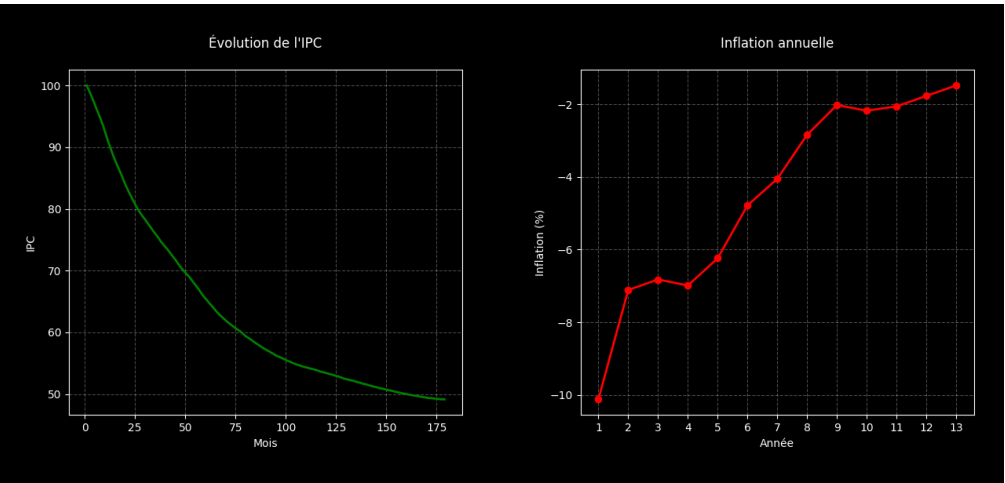
1500 habitants, 100 entreprises, taux d'importance à la distance à 0 (Cas3)



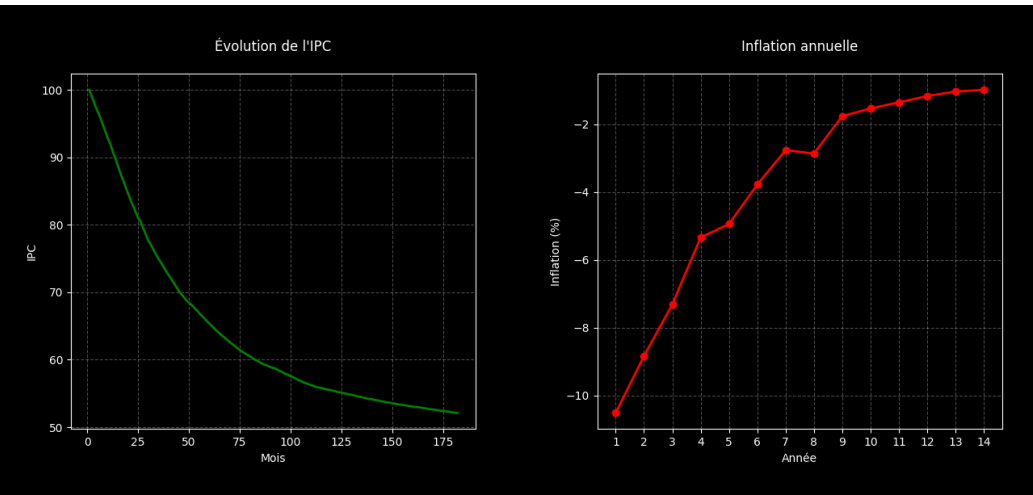


**Cas 4** avec un smic à 800€ contre un smic à 1600€

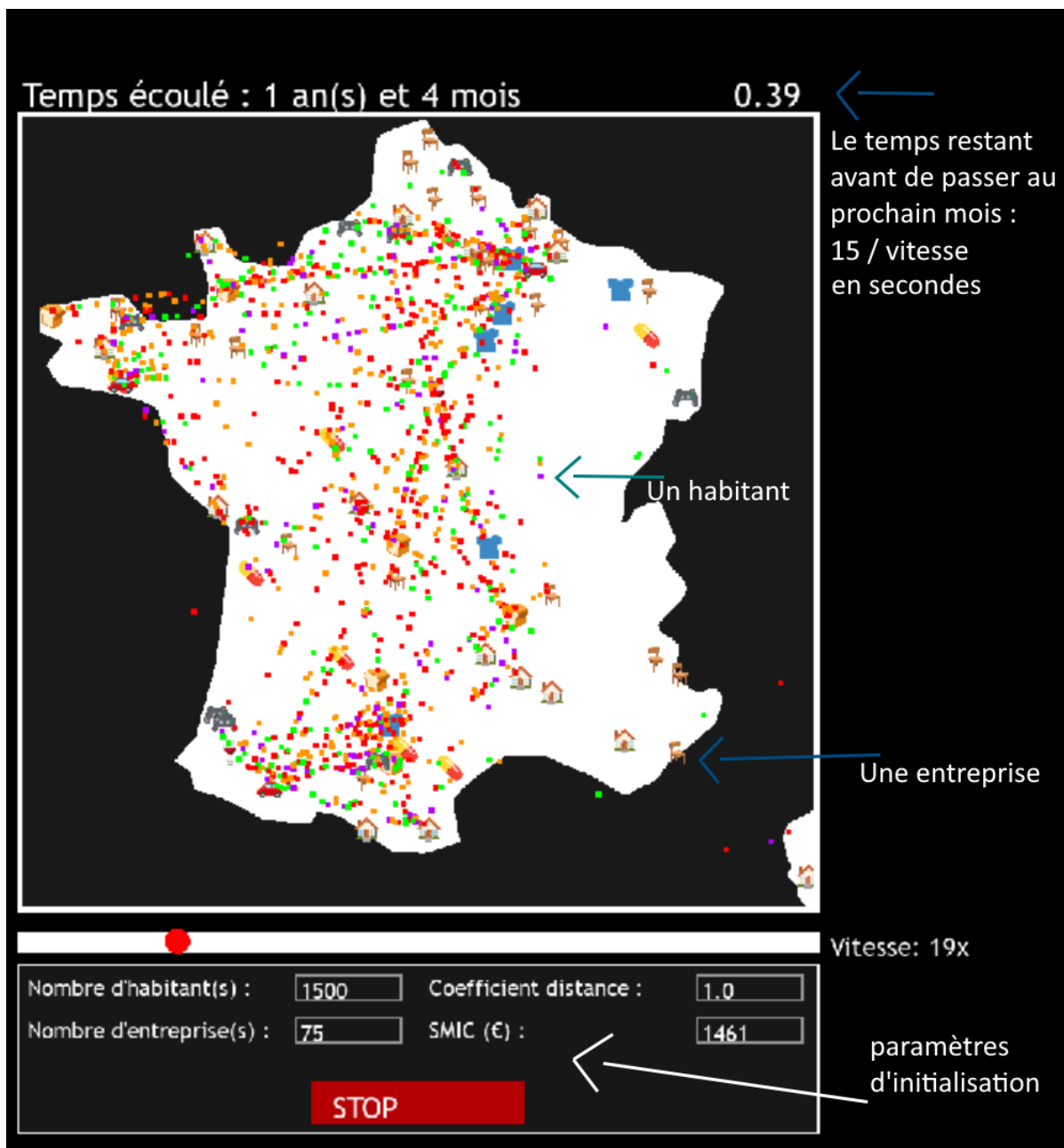
SMIC à 800 :



SMIC à 1600



2) Démonstration:



## Discussion critique

### 1) Résultats

Une simulation non réaliste:

En appliquant l'oligopole de Bertrand, les entreprises tendent à vendre leurs produits à un prix qui converge vers le coût marginal ( $\geq$  coût marginal) et en appliquant l'oligopole de Cournot, les entreprises ne produisent jamais plus que ce qu'elles peuvent, ainsi il est impossible pour ces derniers soit de faire faillite, soit d'avoir un capital négatif. Il aurait été possible de forcer la faillite en leur ajoutant des coûts fixes mensuels, tels que les salaires, le loyer des locaux, etc... mais cela aurait ajouté de la complexité au modèle, et aux calculs, ce qui aurait pu retarder d'autres aspects.

Dans le cas où un habitant est incapable de satisfaire un besoin, ce besoin est alors supprimé, tandis qu'on devrait le conserver et le reporter à plus tard, ce qui est impossible car cela peut provoquer une boucle infinie si ce besoin n'est jamais satisfait)

Impossibilité de réaliser une simulation avec un nombre d'agents proche de la réalité (demande trop de ressources), c'est-à-dire qu'on ne peut réaliser une simulation avec 68 millions d'habitants et 3 millions d'entreprises (à moins d'utiliser une échelle 1/8000), ce qui fausse le réalisme des résultats.

Selon la logique de Bertrand, durant la simulation, l'inflation tend à se stabiliser et rester faible. Pourtant, dans la réalité, l'inflation est bien plus imprévisible, malgré l'intervention de l'État à but régulatrice.

#### Des agents trop peu humain:

Les habitants se contentent de suivre les règles définies par l'oligopole de Bertrand, acheter chez les entreprises les moins chères et les plus proches, or dans la réalité, cela est plus complexe, tout le monde ne suit pas des règles prédéfinies

Les entreprises qui sont générées dans des emplacements géographiques peu peuplés se retrouvent avec des ventes très faibles malgré un prix faible. Dans une situation réaliste, les habitants ou les entreprises se seraient adaptés à la demande, Or le code ne le permet pas (complexe à implémenter).

### **2) Extensions possible**

Il est possible d'attribuer un système de scores à la manière de Google, ou bien d'une notation financière (plus poussée) qui permet d'attribuer une "réputation" aux entreprises par les habitants afin de rajouter un facteur qui les influencerait à la même manière que le prix et la distance

Il est possible de rajouter une préférence à chaque habitant pour ainsi rendre la génération des besoins plus réaliste.

Il est possible pour les entreprises de se réapprovisionner au cours du mois et non pas uniquement durant le début de chaque mois.

Il aurait été intéressant de détailler la simulation graphique, en affichant notamment le statut des habitants, leurs revenus détaillés, etc...

## **Bibliographie**

[1] INSEE, «INSEE,» 9 Février 2021. [En ligne]. Available: <https://www.insee.fr/fr/metadonnees/definition/c1473>.

[2] INSEE, «INSEE,» INSEE, 27 Avril 2025. [En ligne]. Available: <https://www.insee.fr/fr/metadonnees/source/indicateur/p1653/description>.

