

Mosima - Ecotopia

Présentation finale

Groupe A - 2025/2026

Changements généraux depuis le rendu

- Ordre d'exécution des blocs à chaque tick :
 - `Ecosystem` → `Energy` → `Agricultural` → `Transport` → `Urbanism` → `Demography`
- 2 Branches github Principales :
 - `main_FAST_50_mini_villes` : simplification avec 50 mini-villes plus larges pour une exécution plus rapide
 - `main_SLOW_6500_mini_villes` : un agent par mini-ville (exécution beaucoup plus lente)

Présentation par bloc

Agriculture et Alimentation

Présentation générale

Objectif : Subvenir aux besoins nutritionnels de la population écotopienne, ainsi qu'aux matières premières pour la construction des infrastructures.

Interactions :

Producteurs :

- *Ecosystème* -> eau, surface et animaux
- *Energie* -> électricité
- *Transport* -> kg/km scale 2

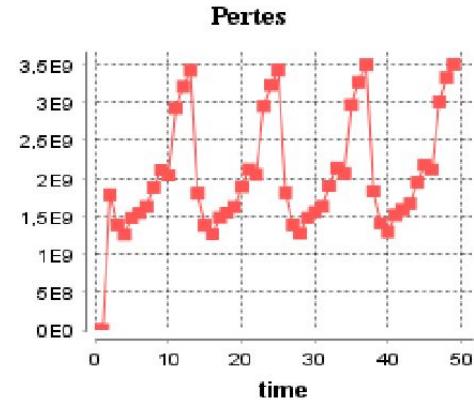
Consommateurs :

- *Urbanisme, Transport, Energie* -> coton
- *Population* -> légumes et viande

Pertes alimentaires et engrais

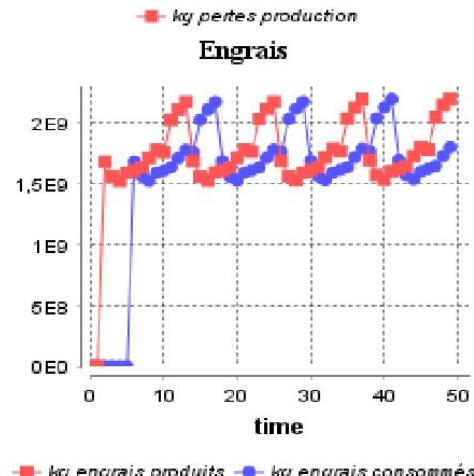
Pertes :

- 35% de pertes lié au manque de pesticides
- facteurs de pertes liés aux saisons



Transformation :

- 99% des déchets sont recyclés
- facteur (0.3) de transformation déchet -> engrais
- les déchets des animaux d'élevage sont aussi transformés en fumier
- durée de 4 mois de fermentation



Application :

- on l'applique directement après les 4 mois d'attente
- on retire cette quantité de la production restante à produire

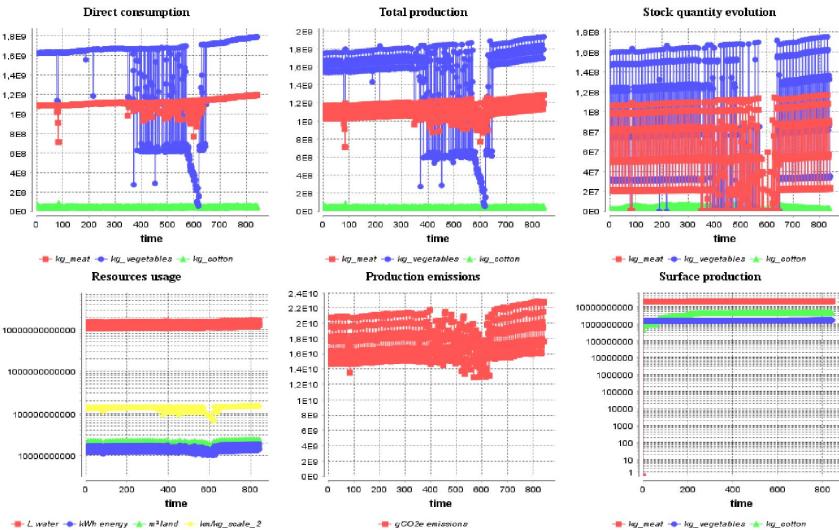
Gestion des stocks

Production : Augmentation de la production selon les saisons (meilleur rendement au printemps qu'en hiver) pour plus stocker.

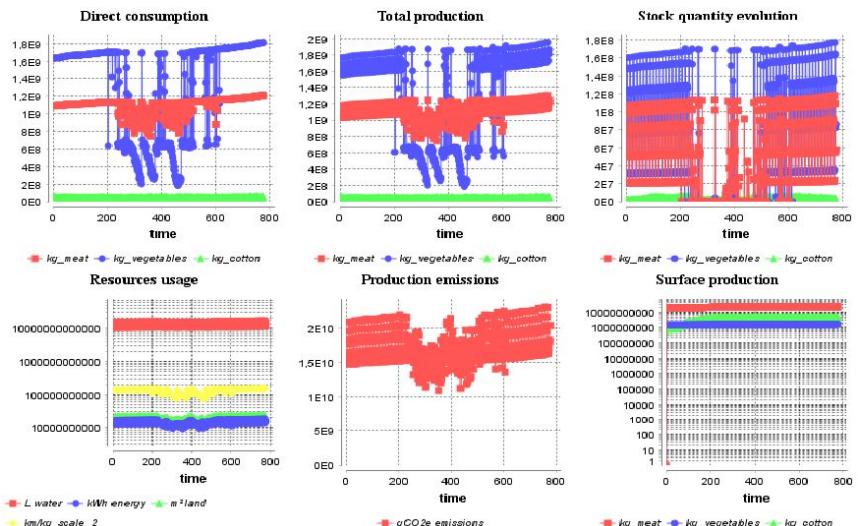
Consommation :

- Augmentation de la consommation du stock en saison basse pour compenser les pertes de production.
- Consommation du stock le plus ancien d'abord (FIFO).

Avec les paramètres initiaux:

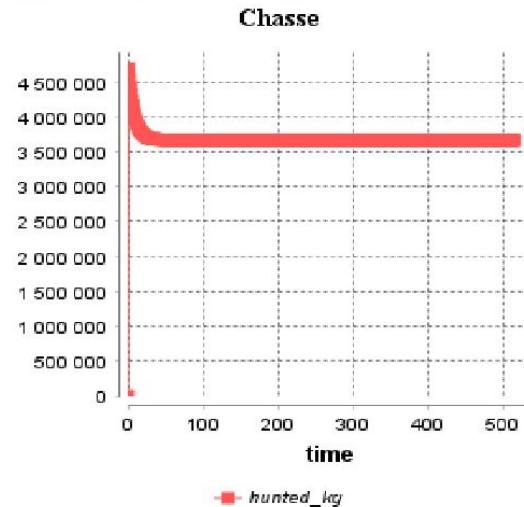


Avec une surproduction et un usage du stock en hiver intensifs:



Chasse

- **But:** se rapprocher du modèle écotopien basé exclusivement sur la chasse de gibier.
- Espèces animales modélisées du côté du bloc **Ecosystème** (sanglier, chevreuil, pigeon ramier, lapin de Garenne).
- Production d'une partie de la demande en viande par la chasse, selon facteur **hunting_over_farm = 0.6.**

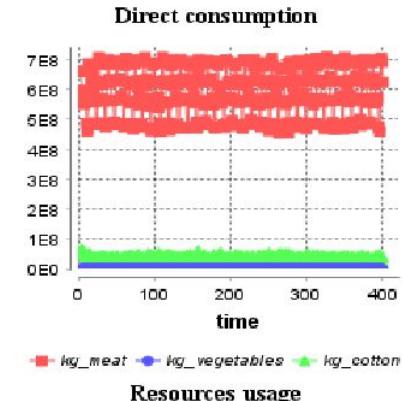


Comparaison avec la France

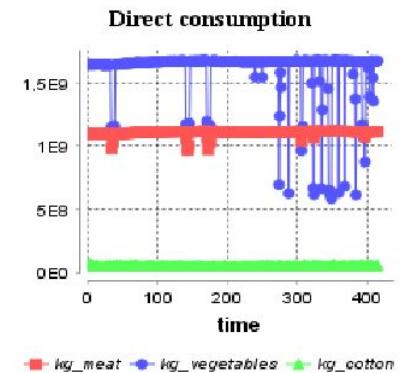
Surconsommation :

- Aucune importation
- Production sans pesticides
- Pas de serres ou autres alternatives pour protéger les cultures des aléas climatiques
- Production de coton pour les infrastructures de 3 secteurs (non réalisée en France)

France



Ecotopia



Au bout de 400 ticks :

- Population française ($6.4\text{e}12$ L d'eau max) : $6.5\text{e}7$ habitants
- Population écotopienne ($1.8\text{e}13$ L d'eau max) : $7\text{e}7$ habitants

Modifications

- Ajout d'un seuil pour la consommation d'eau
- Gap limité pour une surface qui évolue progressivement
- Corrections d'erreurs d'inattention (oubli de production de CO2 pour l'engrais, ajout des pertes liées aux saisons)
- Ajout de la possibilité de modifier les poids des stocks saisonniers

Limites et Perspectives

Limites :

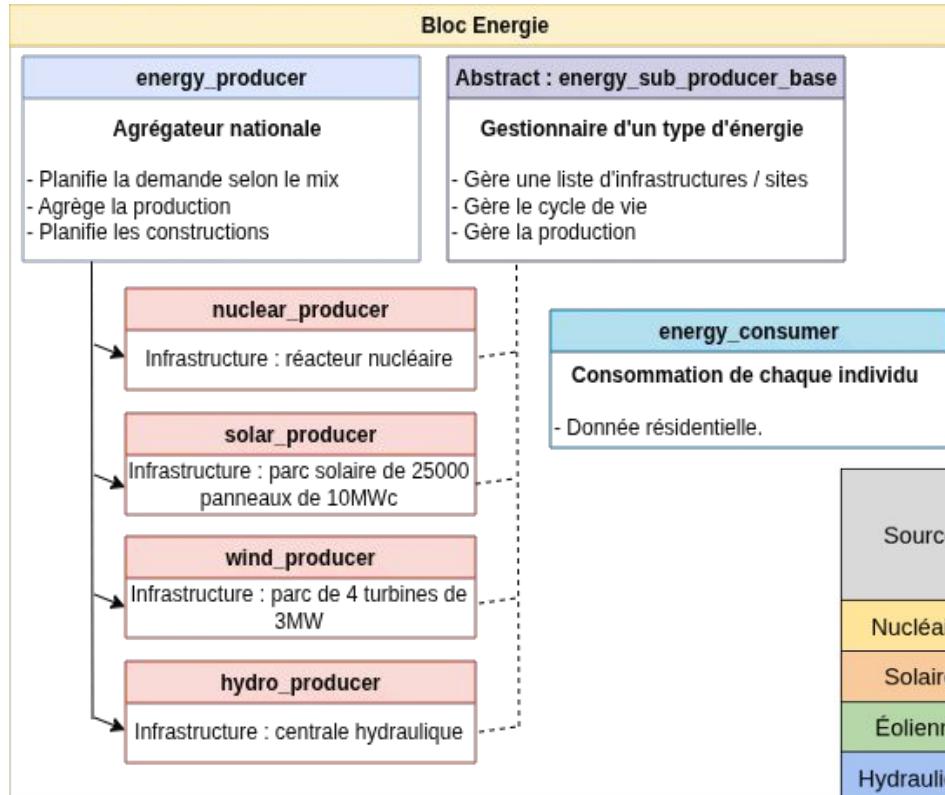
- Sensible aux pénuries et à l'accroissement de la population
- Très pessimiste niveau production et pertes

Perspectives :

- Instaurer un système de priorité -> évaluation des ressources utilisées au tick précédent et répartir de façon équitable les ressources de ce tick en cas de pénurie
- Créer une échelle où on réduit les ressources produites progressivement lorsqu'on s'approche trop près d'un seuil maximal
- Augmenter les interactions :
 - Récupérer les déchets alimentaires d'Urbanisme pour créer plus d'engrais
 - Demander de faire varier le régime alimentaire de la population en cas de pénurie

Énergie

Agents et infrastructures



Chaque infrastructure (site) possède...

- Un statut
 - opérationnel
 - construction
 - maintenance
- Un temps de construction restant.
- Un temps de maintenance restant.
- Une durée de vie restante.

Source	Capacité par installation en kWh	Surface par installation en m ²	Litres d'eau prélevés par kWh	Litres d'eau consommés par kWh	Émissions de GES en gCO2e émis par kWh
Nucléaire	4.15e8	2.5e6	200.0	2.0	12.0
Solaire	1.0e6	1.0e6	0.1	0.1	40.0
Éolienne	2.2e6	2.5e5	0.004	0.004	12.0
Hydraulique	1.7e9	1.0e6	5040.0	1.0	10.0

Construction et maintenance

1. Modélisation par site :

Chaque unité possède un cycle de vie en 3 phases :

Construction → Opérationnel → Maintenance (→ Opérationnel → Maintenance →...)

2. Indicateurs de suivi :

Capacité installée : Somme totale de tous les sites, tous états confondus.

Capacité Disponible : Uniquement les sites opérationnels (en production).

3. Besoins en Ressources :

Les chantiers (construction/ maintenance) consomment **eau** et **coton** à chaque tick.

Demande de surface au sol (m^2) adressée à Ecosystème lors de l'expansion.

Gestion des pénuries

1. Double Détection : Présent et Futur

- Pénurie immédiate (réactive) : mesure de l'écart *Demande Nette / Énergie Transmise*.
- Anticipation (proactive) : Surveillance de l'indicateur **Buffer (seuil 5%)**.

2. Stratégie de Réponse (Deux Horizons)

Flux Rapide (Court terme) : Solaire et Éolien → Compenser les tensions le plus vite possible.

Flux Structurel (Long terme) : Planification selon le Mix Énergétique → garantir la cohérence du système.

3. Stabilité du modèle:

Plafond de construction par tick → Éviter les emballages.

Stochasticité

1. Demande

Consommation moyenne mensuelle avec **saisonnalité sinusoïdale** et valeur bornée afin d'éviter les pics irréalistes. Ajout de :

- Bruit gaussien globale
- Bruit individuel par agent

2. Production

Disponibilité saisonnière spécifique par filière :

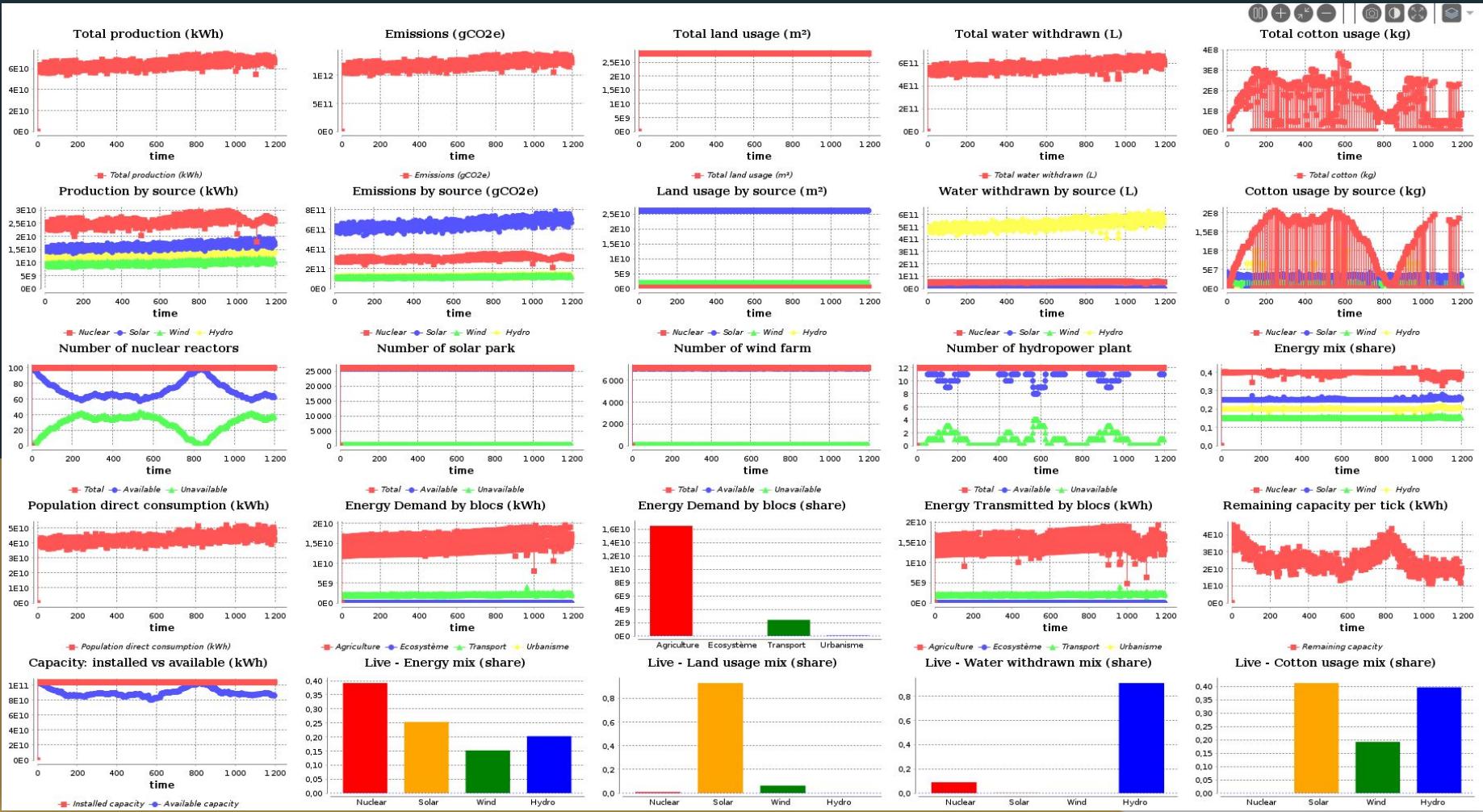
- solaire → pic en été
- éolien → pic en hiver
- hydroélectricité → fin d'automne / début d'hiver

Pannes aléatoires mensuelles.

Chocs climatique (sécheresse) affectant l'hydroélectricité.

Stabilité du modèle:

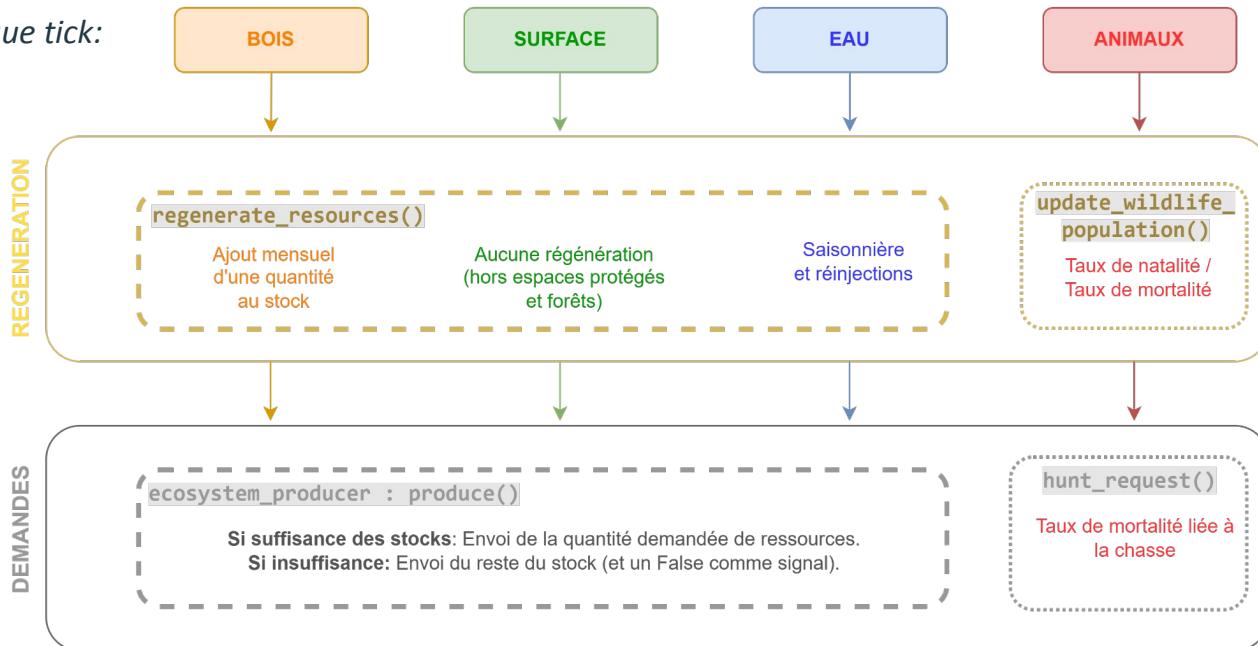
- Tous les aléas sont bornés.
- Si la capacité devient insuffisante
→ Construction de nouveaux sites



Écosystème

Ressources naturelles

À chaque tick:

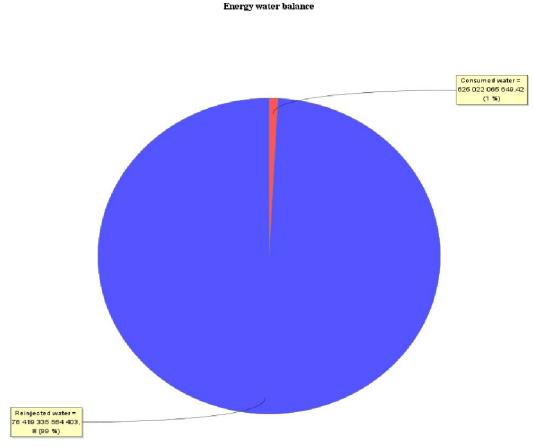
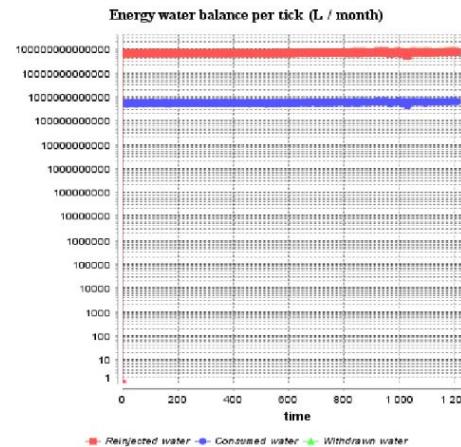
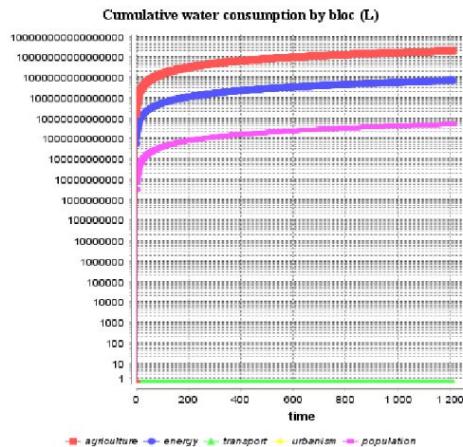
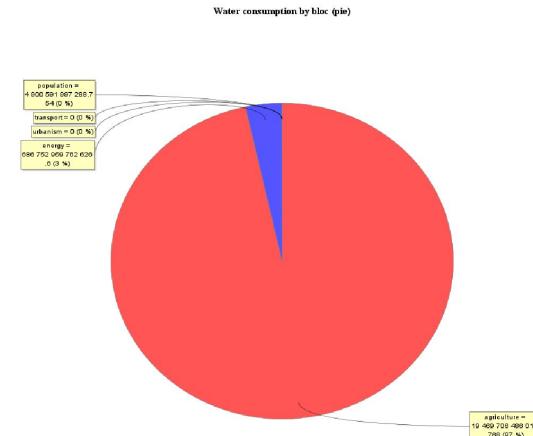
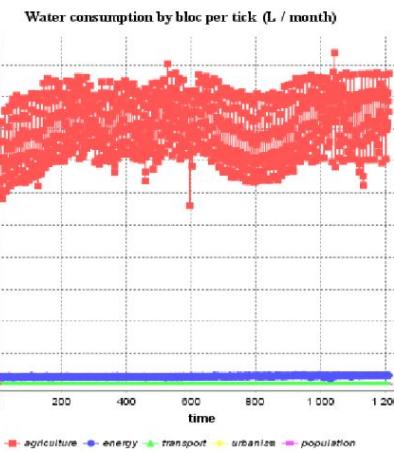
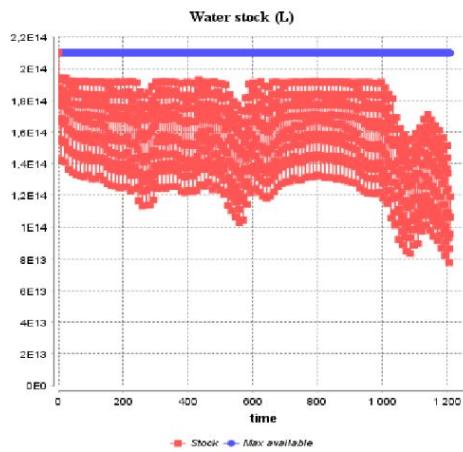


Absorption des GES émis

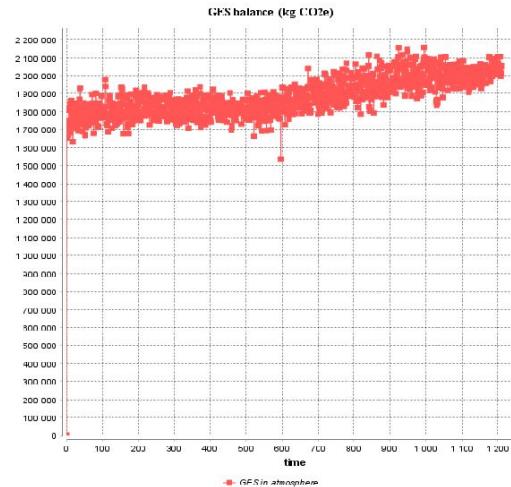
À chaque tick:



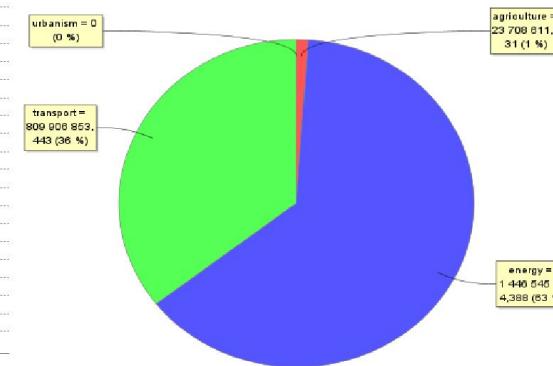
Résultats - Eau



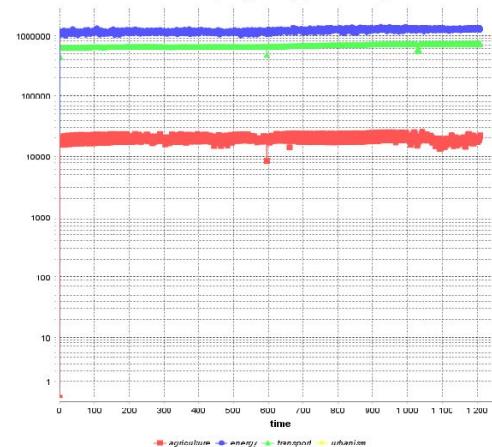
Résultats - GES



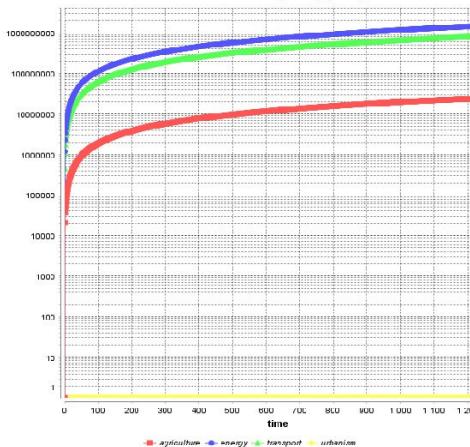
GES emission by bloc (pie)



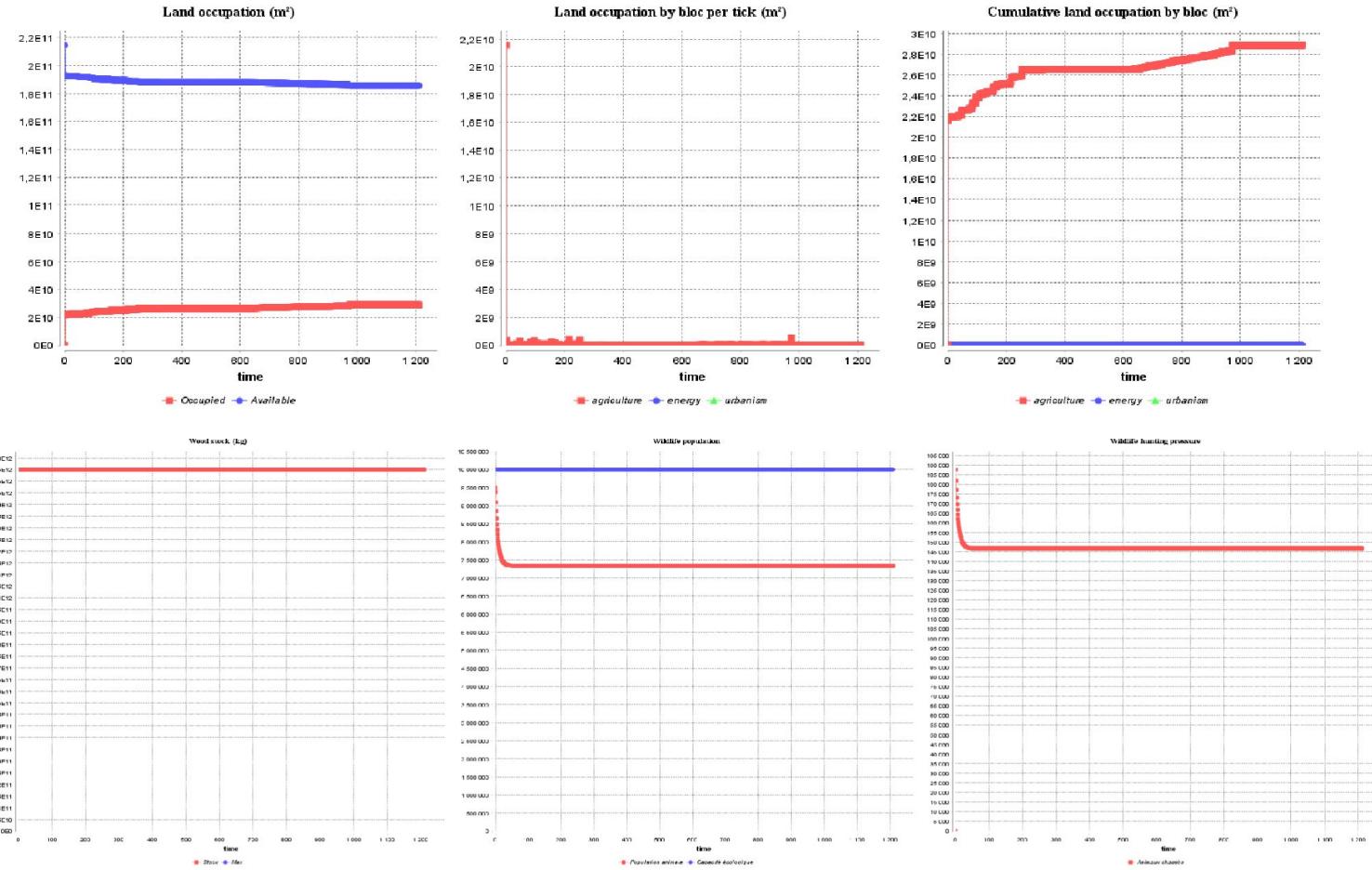
GES emissions by bloc per tick (kg CO₂e / month)



Cumulative GES emissions by bloc (kg CO₂e)



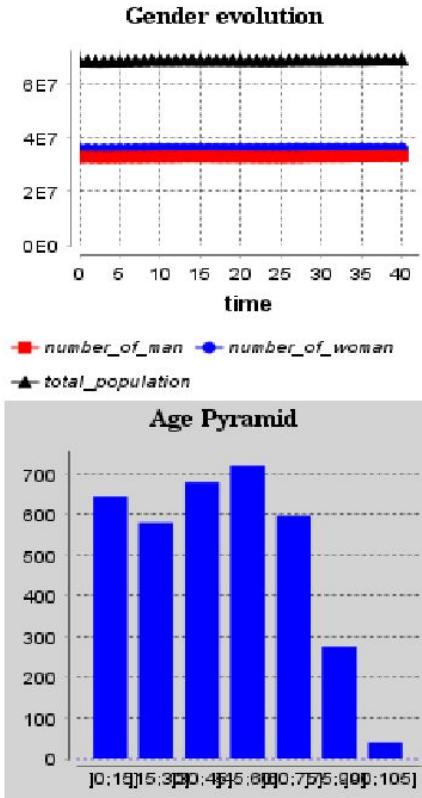
Résultats - Surface, Bois et Chasse



Population

Approche

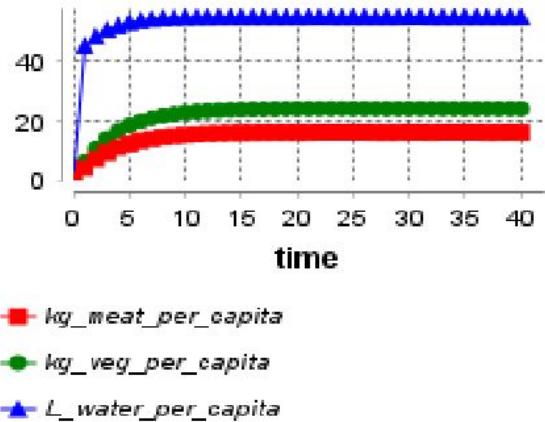
- Probabilités par âge et genre
- Performance optimisée pour 68 M d'habitants
- Chaque agent individuel représente 19500 personnes réelles.



Demande & Consommation

- Consommation différenciée par âge
- Demande dynamique, réactive aux pénuries et stable

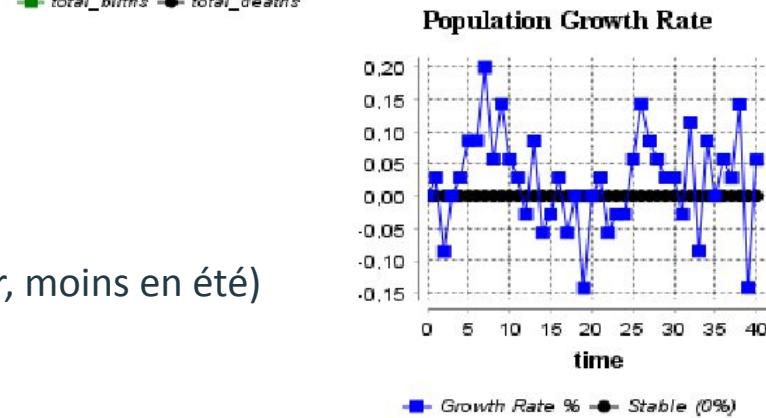
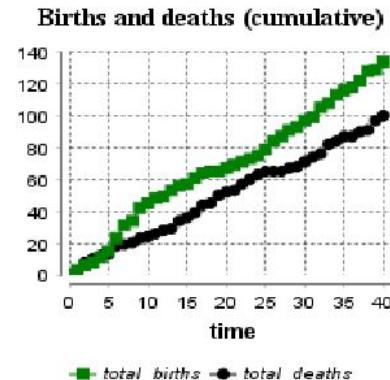
Monthly Meat & Vegetables &
Water per capita



Mortalité

La mortalité prend en compte:

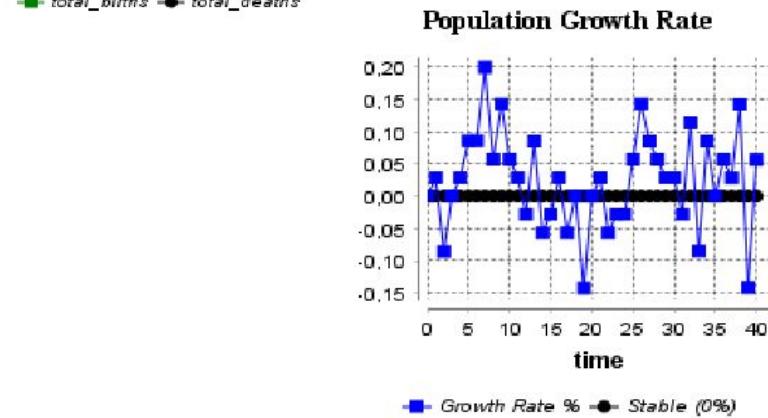
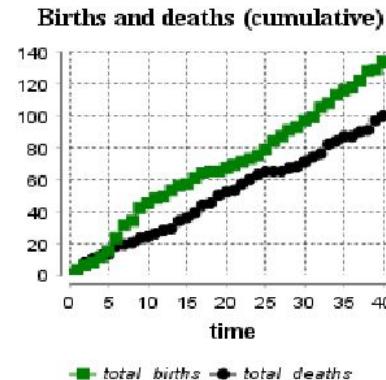
- L'âge
- La nourriture (kcal/jour)
- L'eau (L/j)
- Le logement (déficit de capacité)
- Cycle Saisonnier (plus de morts en hiver, moins en été)



Natalité

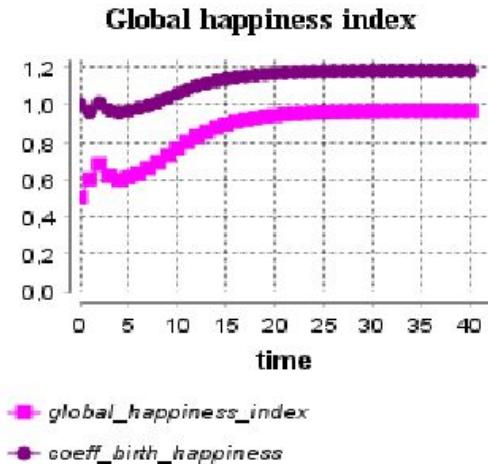
La natalité prend en compte:

- L'âge
- Le logement (déficit de capacité)
- Le bonheur (indice de bonheur)



Indice de Bonheur

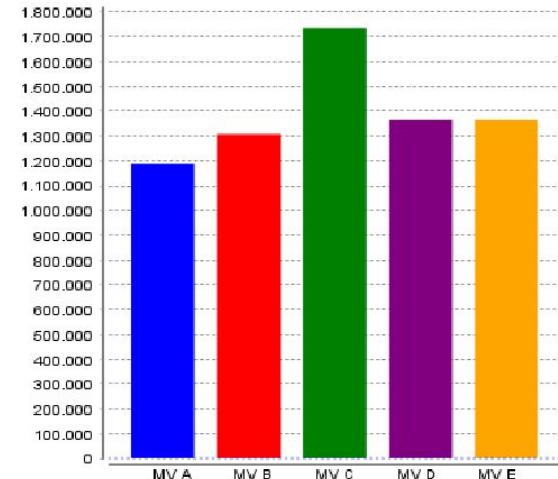
- Calcul pondéré du stress selon la hiérarchie des besoins:
 - Eau (40%)
 - Nourriture (30%)
 - Logement (20%)
 - Transport (10%)
- Inertie Asymétrique (augmente lentement, diminue rapidement)



Mini-Villes

- Chaque agent (individu) est associé à un mini-ville (selon sa capacité d'accueillir un agent de plus)
- Il reste là jusqu'à sa mort

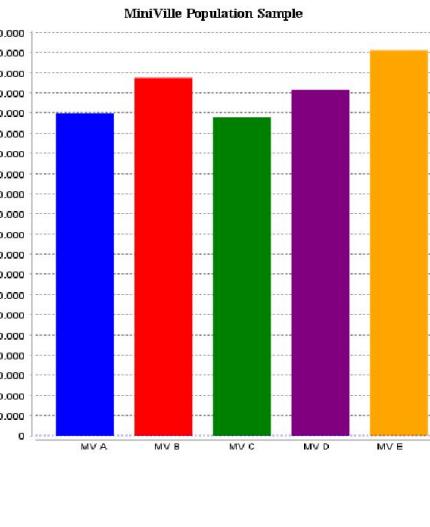
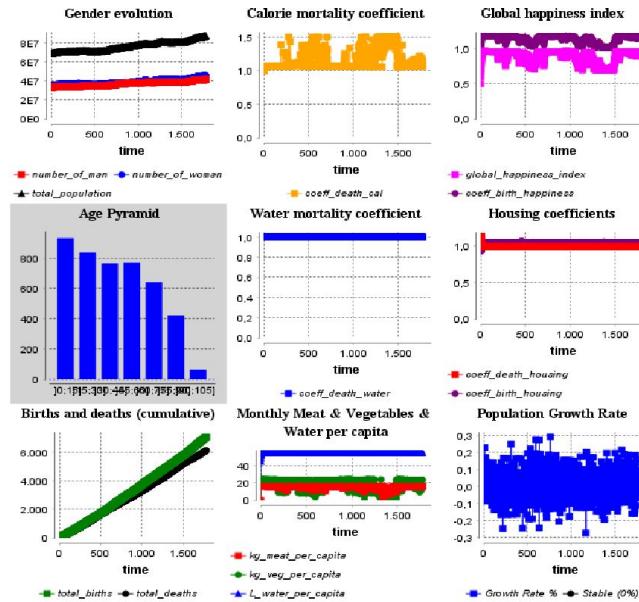
MiniVille Population Sample



Interactions avec les autres blocs

- Agriculture: demande kg_meat, kg_vegetables
- Ecosystème: demande L_water
- Urbanisme: demande total_housing_capacity, envoi population en Mini-Villes
- Transport: demande transport_completion
- Tous: update / envoie la population, nombre d'agents actuel

Résultats



Transport

Transport - Général

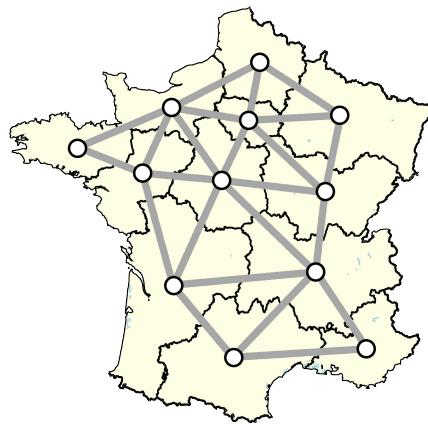
OBJECTIF :

Simuler les déplacements des personnes et des matériaux afin d'évaluer la viabilité du système de transport écotopien.

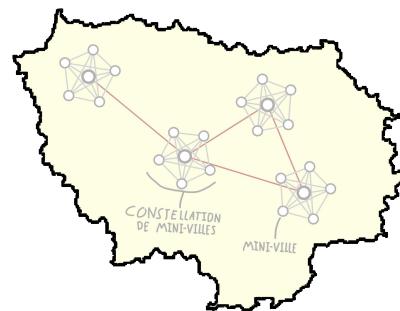
POINTS CLÉS :

- Génère des ressources de transport pour répondre aux besoins du projet et aux déplacements internes.
- Modélise les déplacements mensuels de la population à l'aide de fichiers de simulation dédiés.
- Gère les stocks de véhicules disponibles.

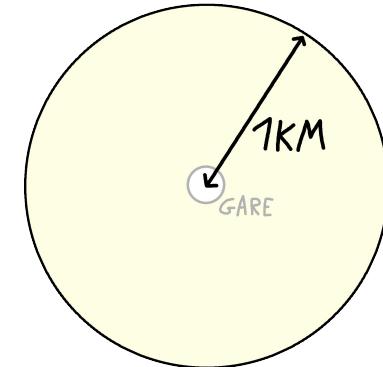
Transport - 3 échelles



échelle I - PAYS :
Déplacements inter-régions
1 agent (France)



échelle II - REGION :
Déplacements hors de la
mini-ville (intra-région)
1 agent par région



échelle III - MINI-VILLE :
Déplacements dans la
mini-ville

1 agent par mini-ville



Transport - Ressources créées

3 Ressources de transport :

- Distance parcourue pour 1 personne (km) à l'échelle I + II
- ~~Distance parcourue pour 1 personne (km) à l'échelle II~~
- Distance parcourue pour 1 personne (km) à l'échelle III
- ~~Distance parcourue pour 1 kg de matériel (km) à l'échelle I~~
- Distance parcourue pour 1 kg de matériel (km) à l'échelle II
- ~~Distance parcourue pour 1 kg de matériel (km) à l'échelle III~~



Le bloc créé également les véhicules utilisés par les mini-villes ainsi que le bloc directement.

Transport - Gestion des Véhicules



Marche à pieds : Méthode de déplacement généralement considérée comme un véhicule dans la modélisation pour simplifier le code.



Vélo : à disposition en libre service pour se déplacer dans les mini-villes.



Taxi : Il n'y a pas de voitures personnelles, mais il y a comme même des taxis qui sont utilisés rarement par les écotopiens.



Minibus : Disponible pour les déplacements dans les mini-villes.

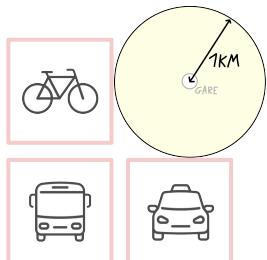


Train : Disponible pour les déplacements plus longs, chaque mini-ville possède une gare en son centre.



Camion : Seul moyen de transport gérant le déplacement de matériaux.

Transport - Gestion des Véhicules



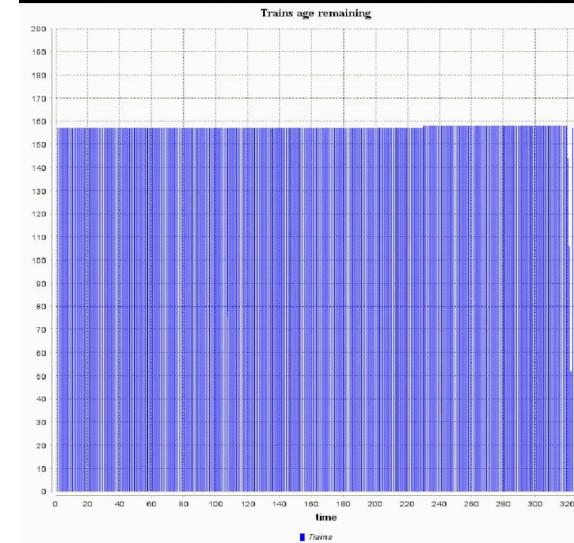
Chaque mini-ville possède son propre stock de véhicules



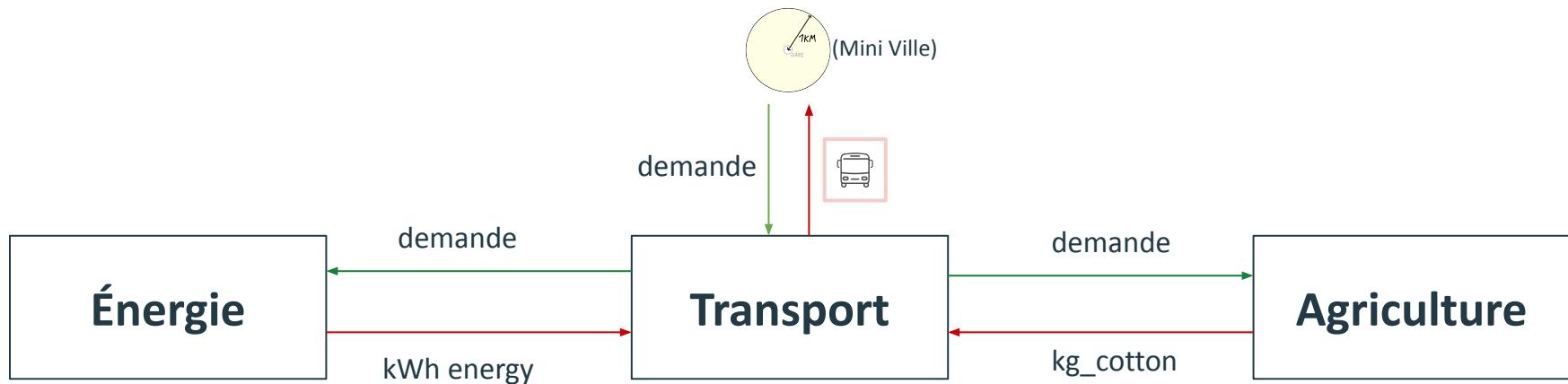
La France possède un stock de trains partagé entre l'échelle I et II



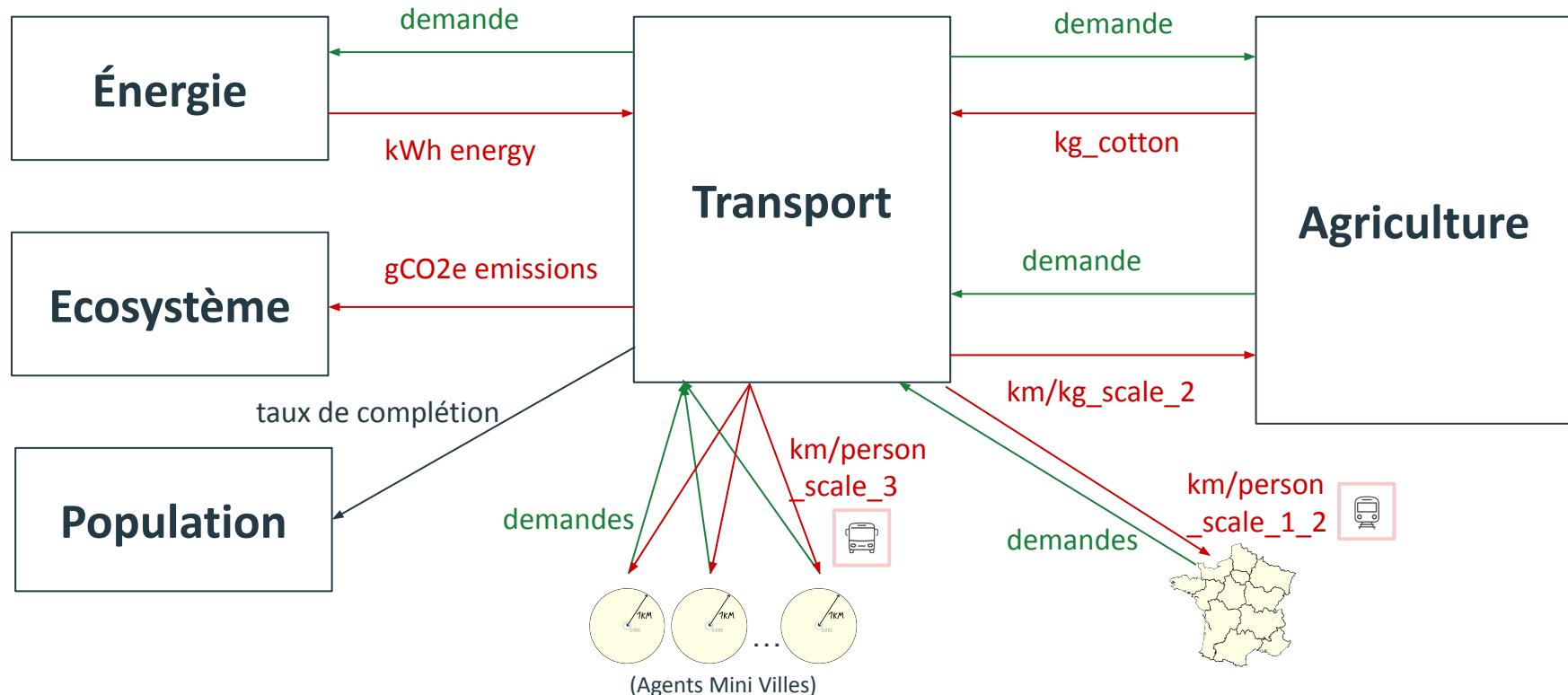
Les véhicules sont stockés sous la forme d'une liste avec le nombre de véhicules de chaque âge



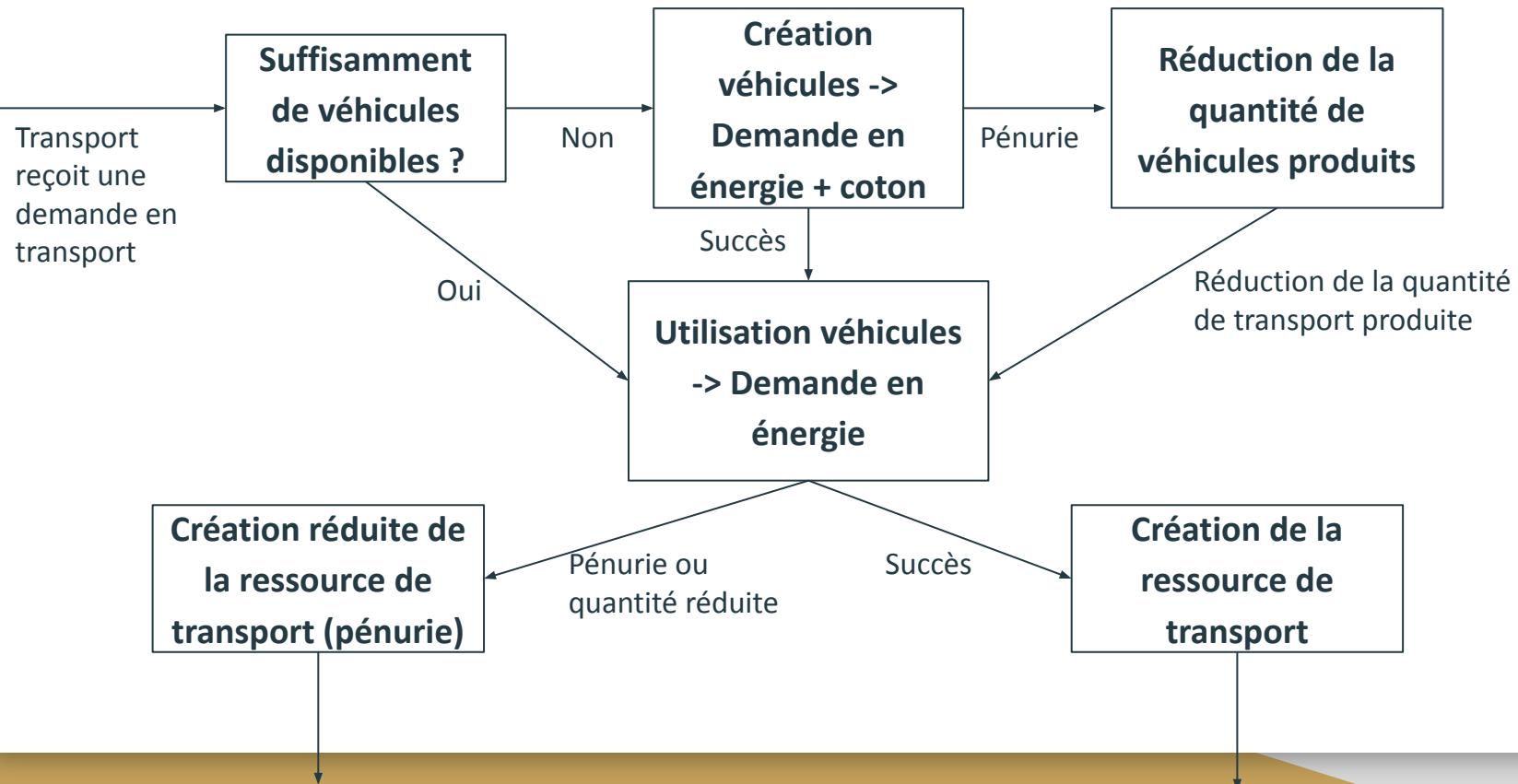
Transport - Crédit de Véhicules



Transport - Liens avec les autres blocs et agents



Transport - Gestion des Pénuries



Transport - Changements depuis le rendu

BUGS FIXÉS :

- Les valeurs issues des sous simulations étaient incorrectement ajoutées au code principal.
- Pic initial de création de véhicules au tick 0 fixé (ainsi que les pics périodique qui résultaitent).
- Les stocks de camions créés n'étaient pas enregistrés correctement dans certains cas.
- (Agent ne s'affiche pas dans la Simulation de France en mode debug)

AJUSTEMENTS :

- Le Bloc de Transport retourne à présent le maximum de ressources possibles en cas de pénurie au lieu de juste indiquer un échec lors d'une demande en ressources de transport.
- Bloc de transport utilise à présent la portion de ressources de coton reçues lors d'une pénurie de coton au lieu de les ignorer.
- Diminution du stock initial de camions pour correspondre à la nouvelle demande des autres blocs.
- Le taux de complétion envoyée au bloc de Population ne prend plus en compte les pénuries de transport de matériaux, mais uniquement les déplacements de la population.

Simulations de Transport



Simulation Échelle 3

Nombre de véhicules requis
Utilisation hebdomadaire des véhicules (km)

Miniville



Simulation Échelle 1 (& 2)

Nombre de trains requis
Utilisation mensuelle des trains à l'échelle 1 et 2 (km)

Transport

Simulation Échelle 3 (Mini-Ville)

Mini-Ville de 2km de diamètre (4km en comptant la bordure)

Simulation d'une semaine (1 tick = 1h) avec 10000 agents

Citoyen

Planning Semaine

Travail: 3-4 jours

Course: 0.5 jour (moyenne)

Loisir: Tous les jours

Reste:

Dormir

Inactif

Planning Jour

Réveil: 6-11h

Travail: 5h consécutives

Course: 1-2h

Loisir: 1-5h

Coucher: après 20h (moy 23h30)



Simulation Échelle 3 (Mini-Ville)

Destinations de loisirs

Cahier des charges

50%: espace naturel accessible. Sinon, en dehors de la mini-ville.

-> 40% en mini-ville, 10% en dehors

30%: en extérieur dans leur mini-ville de résidence ou en bordure.

-> 25% en mini-ville, 5% en dehors

20%: à domicile.

-> 20% en mini-ville

-> **85%** des loisirs en mini-ville

Simulation Échelle 3 (Mini-Ville)

Choix du transport - Basé sur la distance

< 100m:

Marche



< 500m:

Marche (50m) + Vélo



> 500m et si le bus est plus court que marche + vélo:

Marche + Bus + Marche



> 500m sinon:

97%: Marche (50m) + Vélo

3% : Taxi



Simulation Échelle 3 (Mini-Ville)

Système de Bus

8 arrêts en cercle à 500m du centre

Chaque arc compte les passagers

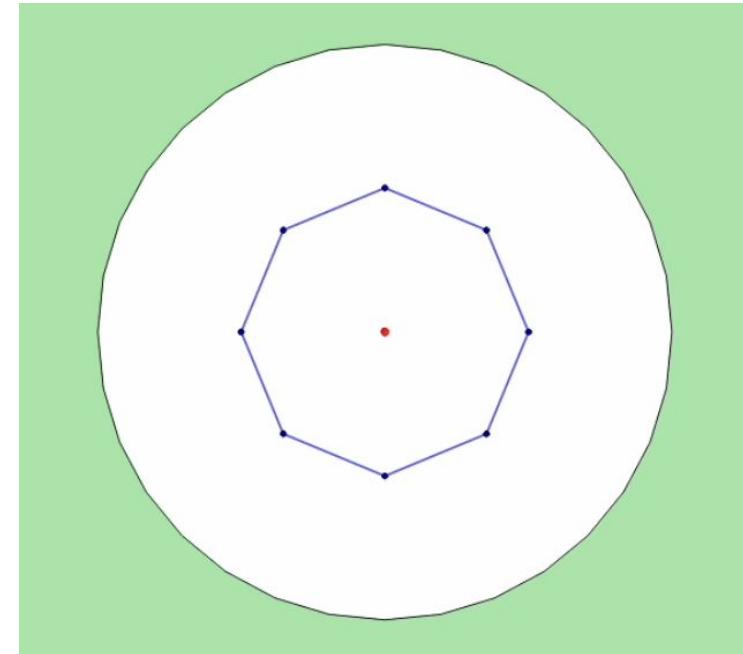
Le citoyen le prend dans le sens le plus court

Capacité de 20 passagers, le bus fait 1 tour / h



Trajets vers l'extérieur de la mini-ville

Prise en compte du trajet de la maison vers la gare
(centre de la mini-ville)



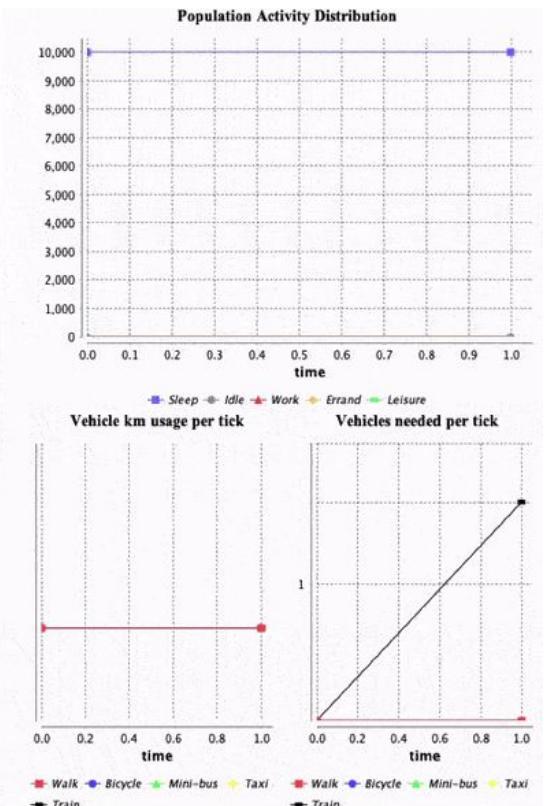
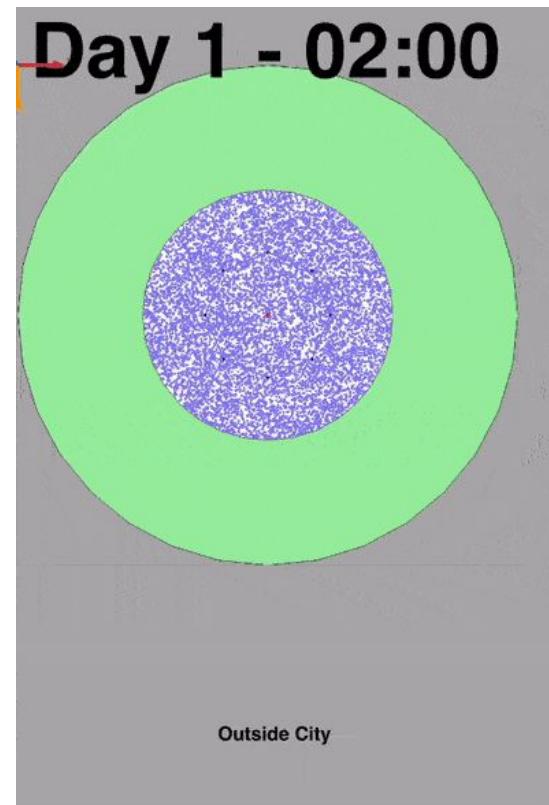
Simulation Échelle 3 (Mini-Ville)

Nombre de véhicules requis

-> Pic du nombre de véhicule requis dans la semaine

Utilisation hebdomadaire des véhicules

-> Moyenne de l'utilisation dans la semaine (km)



Simulation Échelle 1 (& 2)

12 Régions de France:

12 noeuds, reliés par des arcs

Simulation d'un an (1 tick = 1j) avec 10000 agents

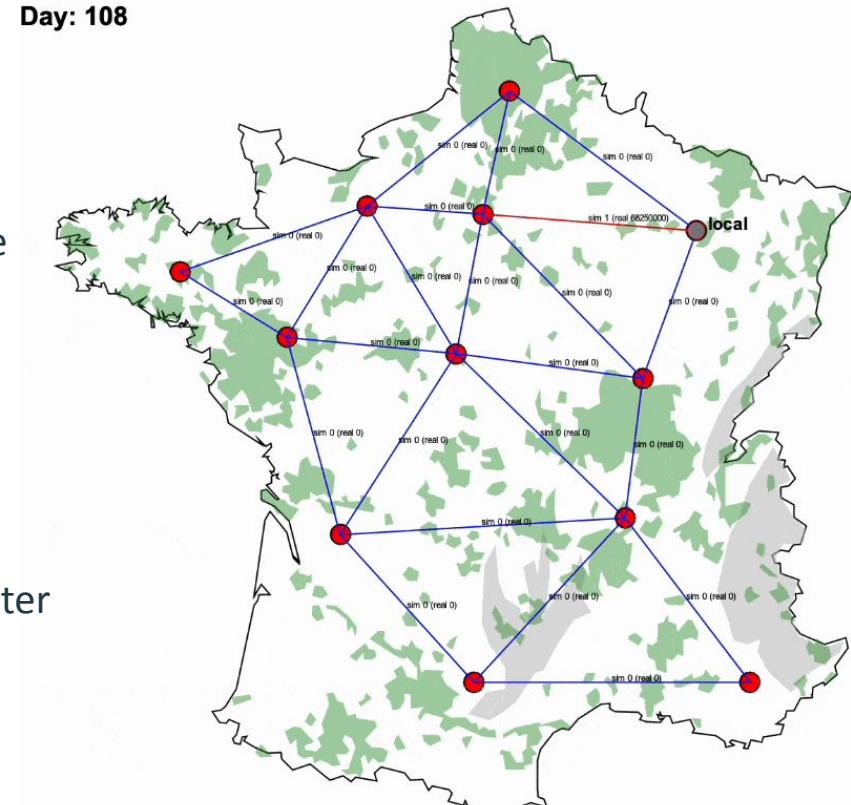
Population basée sur les régions de France, multipliée pour avoir une population totale de 68.25M

Échelle 1: déplacement entre régions

Calcul de l'utilisation sur chaque arc.

Échelle 2: déplacement locaux (constellations)

Chaque noeud (région) contient un arc pour représenter les déplacements locaux (constellations)



Simulation Échelle 1 (& 2)

Citoyen

Planning Année

Travail:

Échelle 1: 1.1 voyages

Échelle 2: 2x/sem, 1-10km

Divers: 1/mois

Loisir: 15% des jours

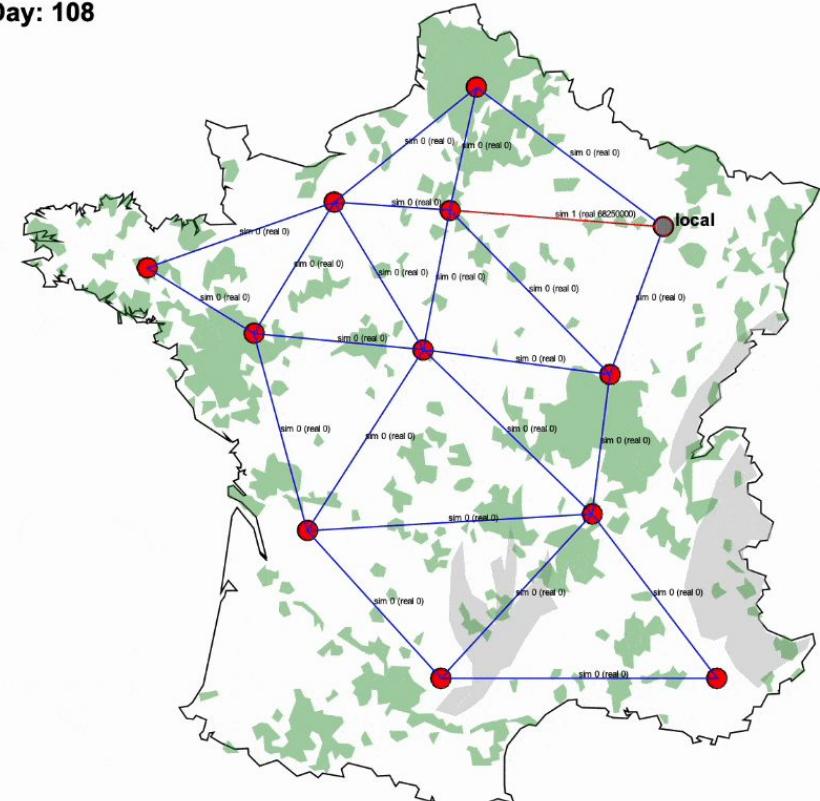
Échelle 1: 80%

Échelle 2: 20% (nature locale <50km)

Reste:

Inactif

Day: 108



Simulation Échelle 1 (& 2)

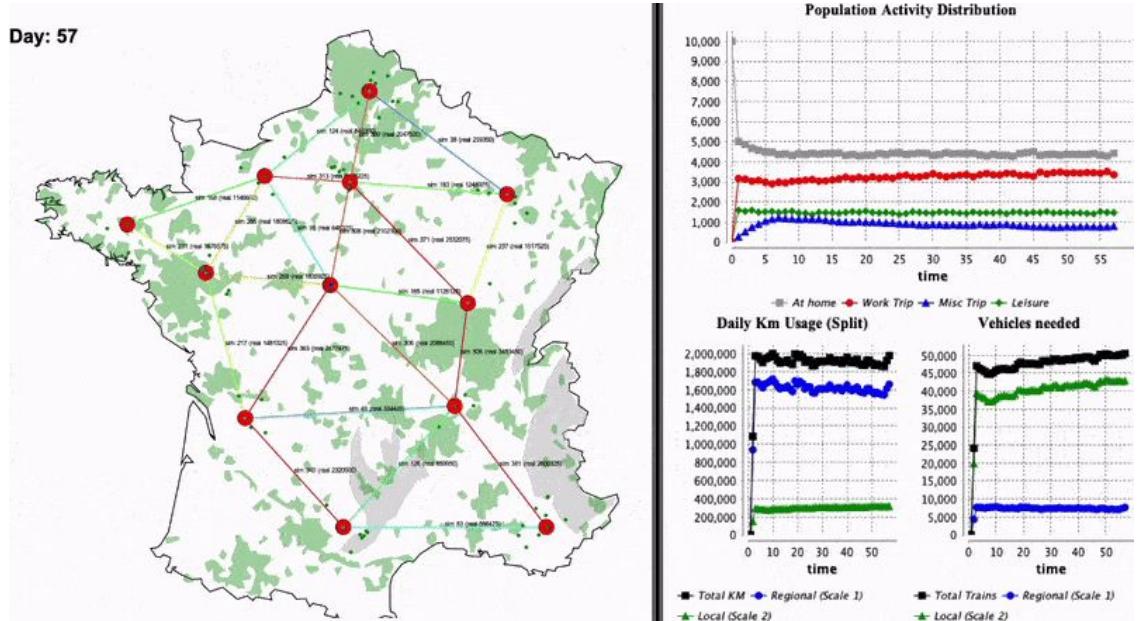
Proportion de travail/divers dépend selon le mois
(basé sur les vacances de la France actuelle)

Nombre de trains requis

-> Pic du nombre de trains requis jointe des 2 échelles dans l'année

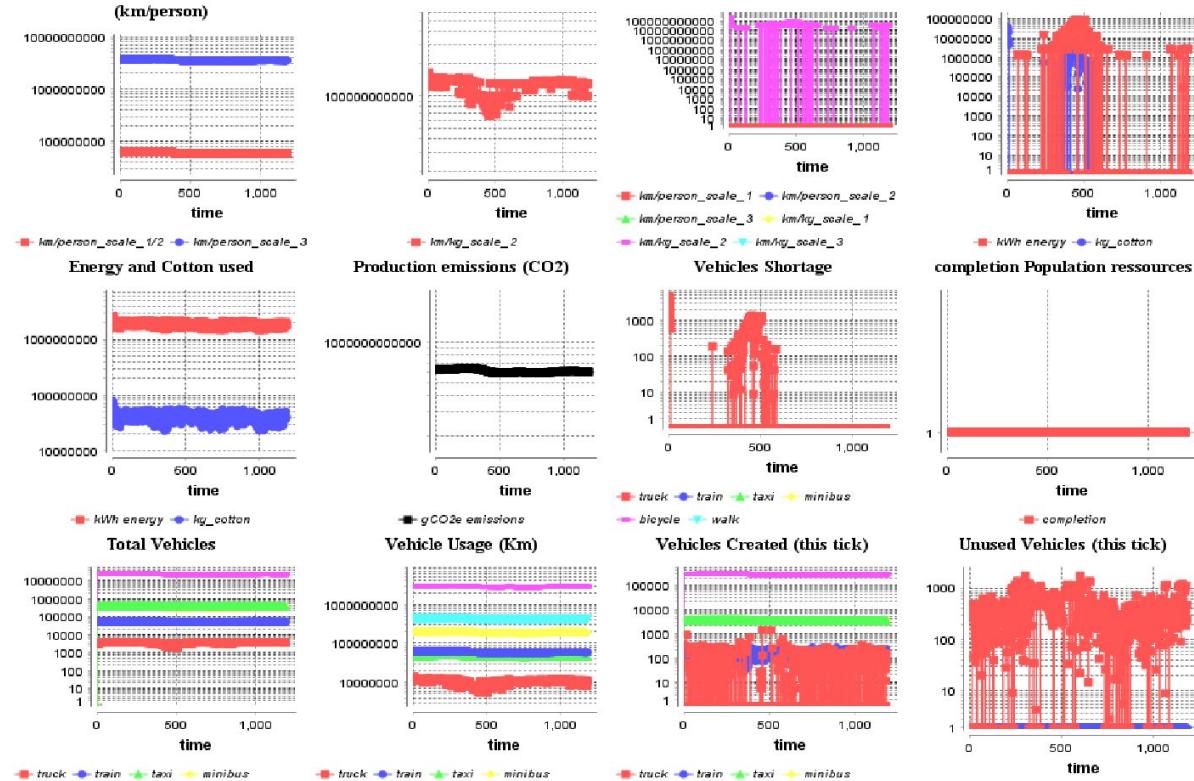
Utilisation mensuelle des véhicules

-> Pic de l'utilisation dans l'année (km) /12



Transport - Résultats

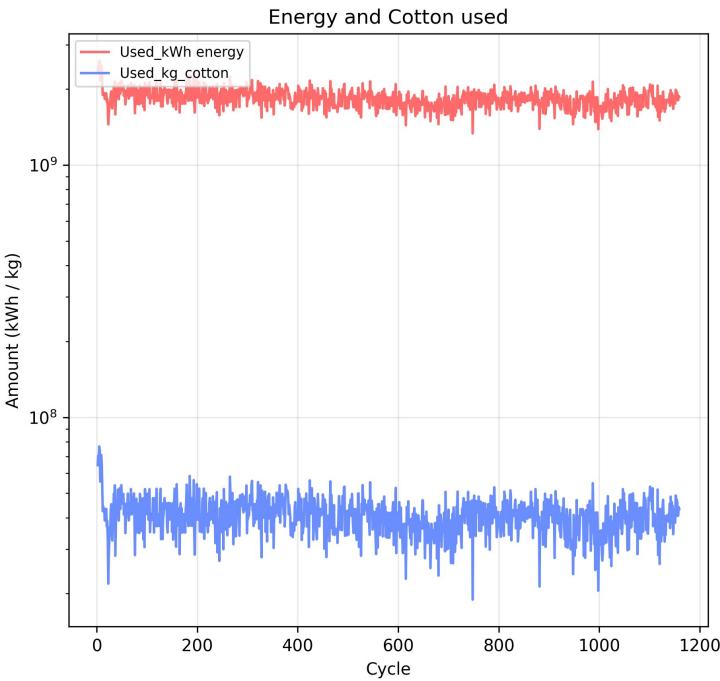
Véhicules : plus de Trains, MiniBus et taxis. Mais PAS de voitures et très peu de camions



Transport - Résultats

Consommation électrique

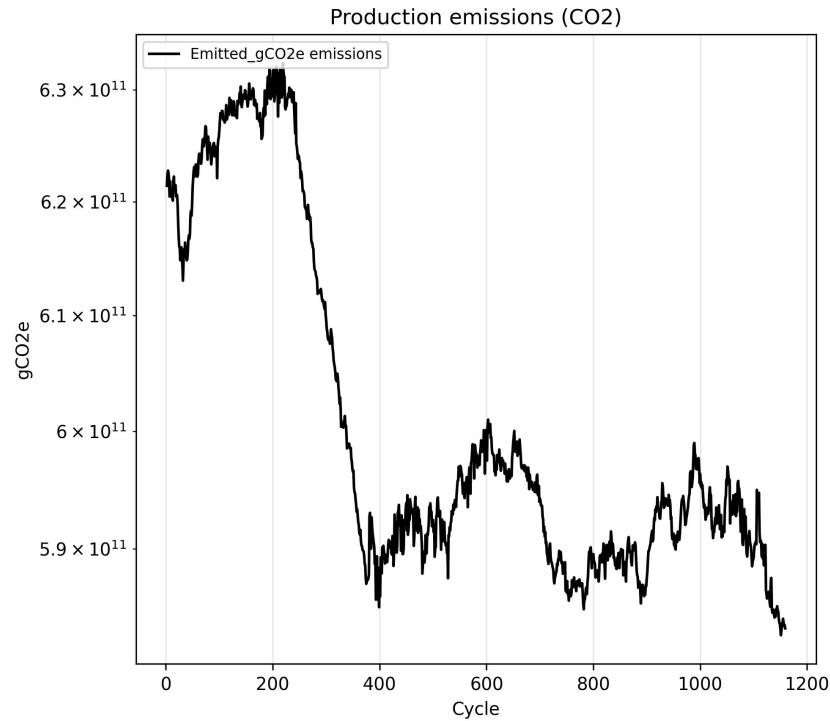
2 TWh vs 0.9 TWh par mois en France



Transport - Résultats

GES

0.64 Mt CO₂e vs 10.5 Mt CO₂e par mois en France

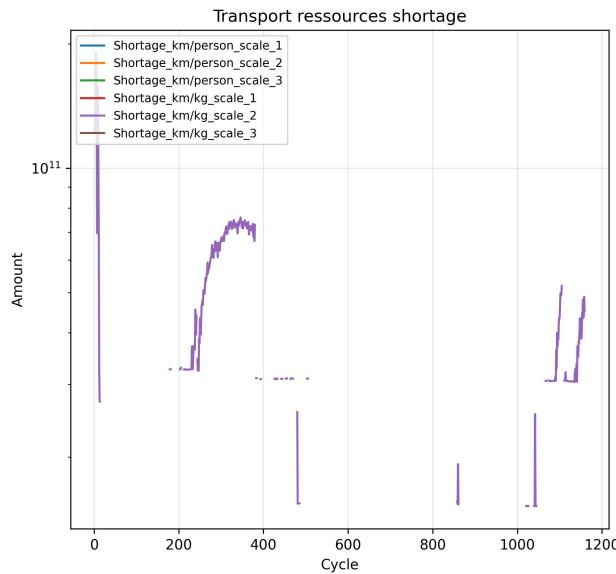


Transport - Résultats

Pas de pénurie de
Transport des populations

Pénuries de
camions/transport de
matériel

Tout reste stable/viable à
part les pénuries de
transport de matériel qui
vont réduire l'efficacité du
bloc d'agriculture

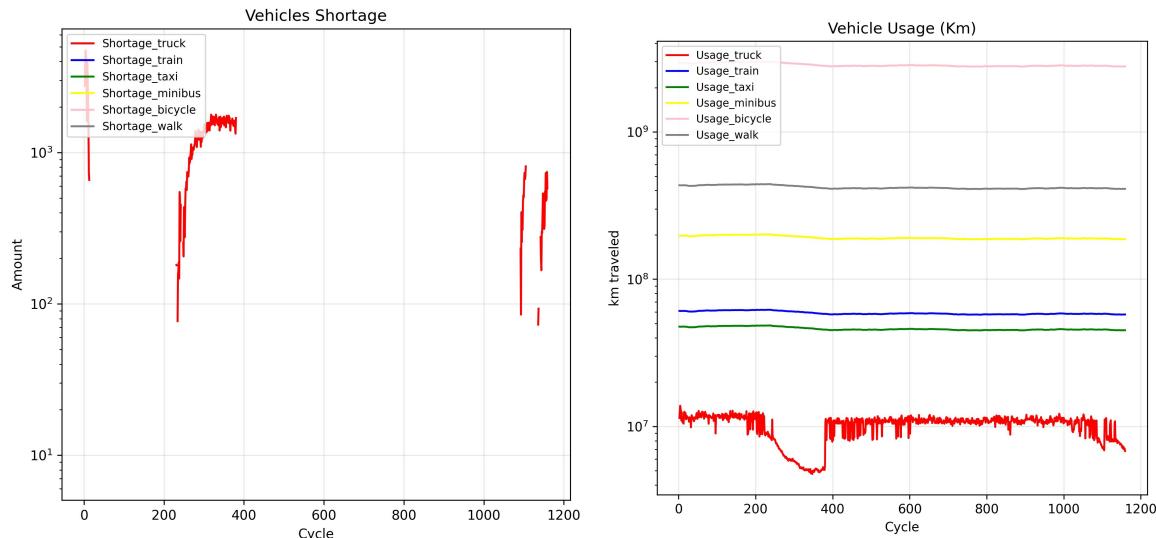


Transport - Résultats

Pas de pénurie de
Transport des populations

Pénuries de
camions/transport de
matériel

Tout reste stable/viable à
part les pénuries de
transport de matériel qui
vont réduire l'efficacité du
bloc d'agriculture



Urbanisme

Urbanisme - Rôle du bloc

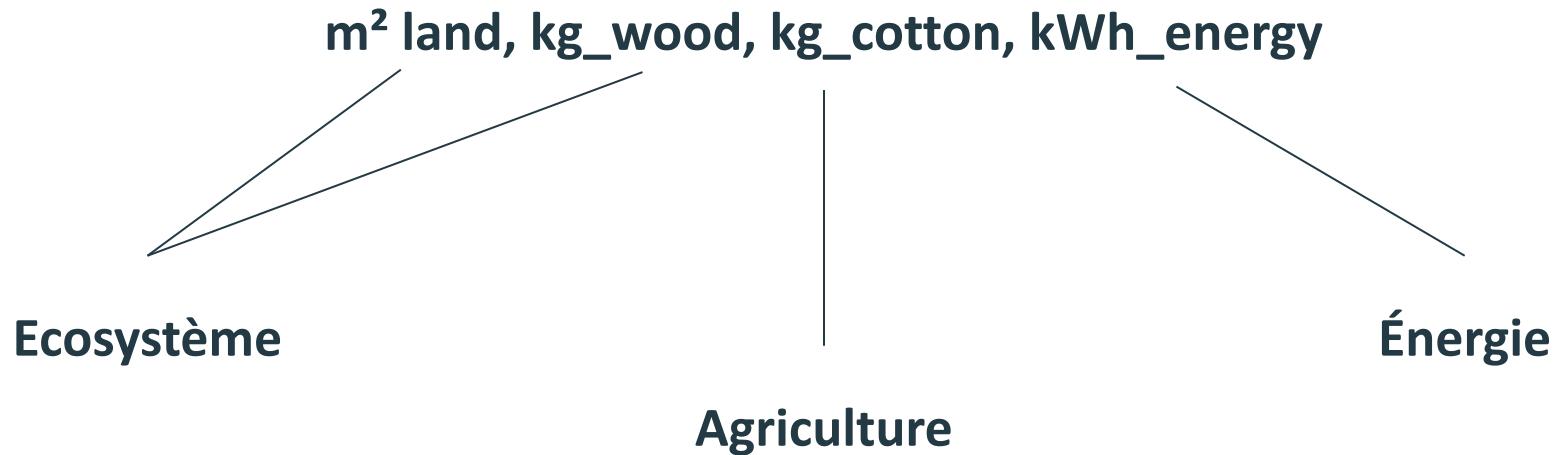
- Mini-Villes
- Objectif: Maintenir l'occupation autour d'un cible.
- Contraintes: foncier + resources + durée de construction

Démographie → Urbanisme → (Énergie / Agriculture / Écosystème / Transport)

Mini-ville : état + comptabilité (foncier / logements)

- Foncier : **buildable_area**, **used_buildable_area**, **remaining buildable area**
- Stock logement : **housing_unit_woods**, **housing_unit_modular**, capacité en personnes
- Etat pipeline : **construction_state** (idle/waiting resources/ building)
- File d'attente : taille de **queue**, ordre courant

Ressources & intégration inter-blocs



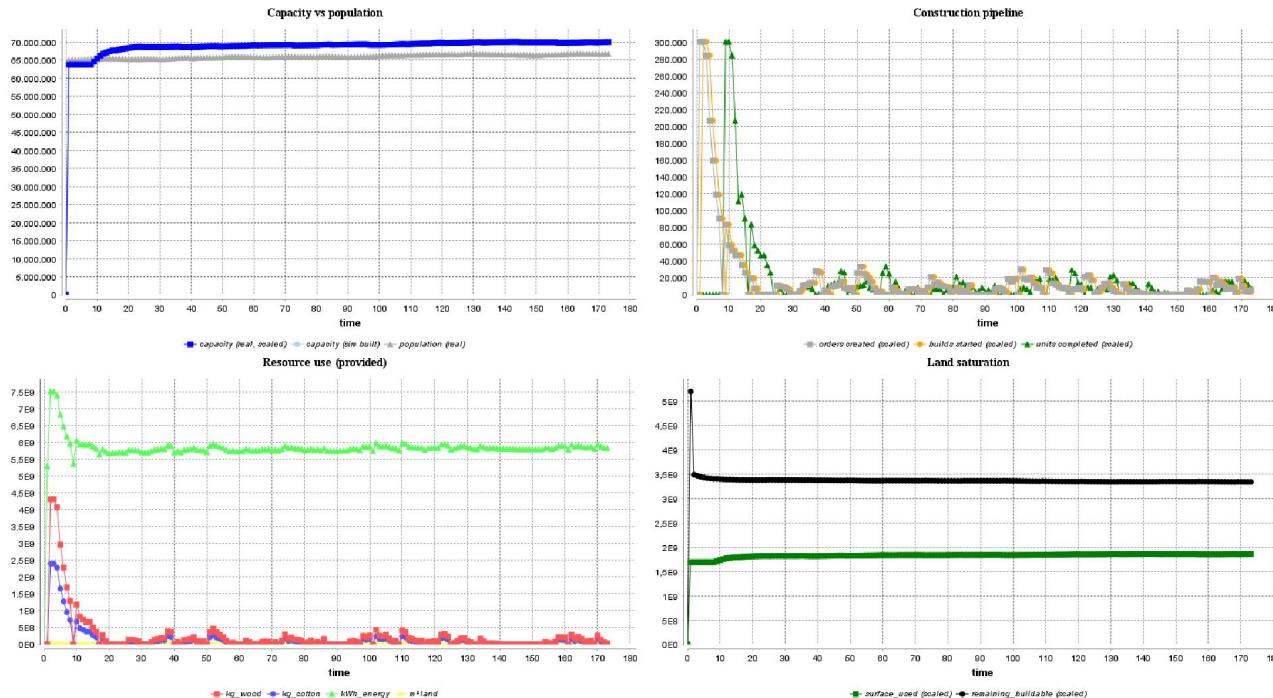
Quand est-ce qu'on construit ? (déficit + stabilité)

- Calcul population (échelle “réelle”)
- **$desired_capacity = population / target_occupancy$**
- déficit → **planned_units**
- hystérésis : éviter oscillations

Cycle de vie : ordre → attente ressources → chantier → livraison → dégradation

- Création d'un ordre (units, surface, durée, demande ressources)
- **waiting_resources**
- **building** (mois restants)
- Completion : ajoute unités + consomme surface
- Option decay : retire unités + rend une fraction de surface

Résultats



Scalabilité : performance + robustesse

- Caps per tick : max unités/tick, max ordres/tick, max vérifs waiting/tick
- Split multi-villes : distribuer 300k unités sur beaucoup de villes
- Robustesse : pas de blocage quand aucune ville éligible

Évolutions depuis le rendu

Pipeline multi-villes (split des ordres)

- Avant : un ordre “global” pouvait échouer si aucune ville ne pouvait l’absorber (effet “cap $\uparrow \rightarrow$ plus rien”)
- Maintenant : le besoin est découpé en chunks distribués sur les villes idle
 \rightarrow construction possible à grande échelle.

Cycle de vie du parc : dégradation + récupération fonciere

- Avant : parc de logements monotone (uniquement croissance)
- Maintenant : decay périodique + retour partiel/total de surface

Analyse globale

MATRICE EM	Logement	Transport	Ecosys		Energie	Agriculture		
	Impact	Impact	Variation	Stock	Impact	Impact	Variation	Stock
Bois	C_B		P_B - C_B	S_B				
Eau	C_EL		P_E - C_EL - C_EE - C_EA	S_E	C_EE	C_EA		
Viande	C_VL		P_VE - C_VA			C_VA	P_V - C_VL	S_V
Légumes	C_LL						P_L - C_LL	S_L
Coton	C_CL	C_CT			C_CE		P_C - C_CL - C_CE - C_CT	S_C
Surface	C_SL			S_S	C_SE	C_SA		
Autre	C_Au		P_Au - C_Au					
Transport		P_T - C_TT				C_TA		
Energie	C_EnL	C_EnT			P_En - C_EnL - C_EnT - C_EnA			
GES	E_GL	E_GT	E_GL + E_GEn + E_GT + EGA - A_GES	S_G	E_GEn	E_GA		

Conclusion

- La société Ecotopienne appliquée à la France 2022 est fiable d'après notre simulation, pour au moins un siècle.
- Limites du modèle : Scalabilité et Agriculture
 - Si nous essayons de répondre à toutes les demandes, notamment par Agriculture, nous aurions une pénurie d'eau globale.
 - Agriculture, de par sa volonté à être éco-responsable, avec peu d'engrais et en plus de gérer le coton pour tout le pays, a une très forte demande en eau. Pour 68 millions d'habitants, c'est suffisant mais si la population vient à grandir et grandir, il faudra faire un choix à propos de respecter quelles demandes et de mettre des limites.
 - Il serait intéressant de chercher d'autres alternatives pour les ressources qui consomment beaucoup d'eau, que ce soit par le régime alimentaire ou le remplacement de plastique.
 - L'importation et des "sacrifices écologiques" pourraient être envisagées également.

Merci d'avoir écouté !

NOM Prénom	Contribution		
PINHO FERNANDES Enzo	Énergie (principal) Problématiques - Modélisation - directions envisagées - data - code - rapport et analyse	Écosystème (secondaire) Modélisation - directions envisagées - data - code - rapport et analyse	Aide rapide sur d'autres secteurs - API - Gitlab
ÖZGENÇ Doruk	Urbanism(principal) Problématiques - Modélisation - directions envisagées - data - code - rapport et analyse		Démographie/Population (secondaire) Bugfixes
EKEN Tarik Ege	Démographie / Population (principal) Problématiques - Modélisation - directions envisagées - data - code - rapport et analyse		Urbanism (secondaire) Bugfixes
ACIKEL Baran	Urbanism(principal) Problématiques - Modélisation - directions envisagées - data - code		
DISLI Kaan	Démographie/Population (principal) Problématiques - Modélisation - directions envisagées - data - code - rapport et analyse		Urbanism (secondaire) Bugfixes
FLEISER Victor	Transport (principal) Problématiques - Modélisation - directions envisagées - data - code - rapport et analyse		
MARCHAND Thomas	Transport (principal) Problématiques - Modélisation - directions envisagées - data - code - rapport et analyse		
DELLUC Mélanie	Agriculture(principal) Problématiques - Modélisation - directions envisagées - data - code - rapport et analyse		Energie Problématiques - Diapos pour la présentation
EL KHOUMSI Safia	Agriculture (principal) Problématiques - Modélisation - directions envisagées - data - code - rapport et analyse	Écosystème (secondaire) Modélisation - directions envisagées - data - code - rapport et analyse	Population Problématiques - Diapos pour la présentation
IAROCHEN Wissal	Énergie (principal) Conception générale - Problématiques - Modélisation - Orientations - Analyse		
PATAULT Alaric	Énergie (principal) Problématiques - Directions envisagées - Données - Code - Rapport et analyse		