## SimVie : Simulation d’un écosystème évolutif

Cours : C41-IN – Génie logiciel (4e session)  
 Local : C4.07  
 Enseignant : Jean-Marc Deschamps  
Assistant : chatGPT-5, Grok-4

### **Mandat « client » : Au-delà de l’amorce, un monde de possibles**

Imaginez un monde numérique où la vie s’éveille — non pas sous forme de simples pixels programmés, mais d’entités autonomes, mues par leurs propres réseaux neuronaux virtuels.  
 Un monde où l’évolution devient réalité observable : les organismes y naissent, se transforment, s’adaptent… ou disparaissent.

C’est ce monde que vous êtes invités à créer.

### **La danse de la vie**

L’organisme initial n’est qu’une étincelle.  
 Il explore, tâtonne, guidé par des capteurs olfactifs rudimentaires.  
 Mais bientôt, d’autres formes apparaissent, chacune dotée d’un réseau neuronal unique, d’une perception spécifique et d’un comportement émergent.  
 Ce projet s’inspire de la philosophie de John Conway et de son célèbre *Game of Life* : des règles simples peuvent engendrer des dynamiques d’une richesse imprévisible.

### **La symphonie des sens**

À mesure que vous enrichirez la simulation, de nouveaux capteurs pourront apparaître : yeux numériques, antennes sensibles, récepteurs chimiques ou thermiques.  
 Chaque capteur ouvre une fenêtre sur le monde, alimentant le réseau neuronal d’informations toujours plus variées.  
 Vous rejoindrez ici la vision de Marvin Minsky et Seymour Papert, pour qui l’intelligence émerge d’une « société de petits agents » coopérant sans chef d’orchestre central – une organisation vivante, distribuée.

### **L’émergence de l’intelligence**

Les réseaux neuronaux évolueront au fil des générations.  
 Des connexions se renforceront, d’autres s’effaceront.  
 Des comportements primitifs laisseront place à des stratégies de survie, de chasse, de fuite ou de coopération.  
 Comme l’avait formulé Rodney Brooks, l’intelligence peut émerger « sans représentation » : non par raisonnement symbolique, mais par adaptation directe à l’environnement.

### **La lutte pour la survie**

Dans cet écosystème numérique, rien n’est acquis.  
 La faim, la compétition, la prédation, les obstacles et la rareté des ressources pousseront vos organismes à développer des adaptations uniques.  
 Vous vous inscrirez dans la tradition de la « vie artificielle » initiée par Christopher Langton, où l’évolution est simulée comme un système ouvert, imprévisible, riche de rétroactions.

### **Le miracle de la reproduction**

Les organismes les mieux adaptés se reproduiront.  
 Leur descendance héritera de leurs caractéristiques, avec parfois des mutations introduisant diversité et innovation.  
 C’est l’esprit des expériences de Karl Sims : l’évolution numérique comme moteur de créativité, où la forme et le comportement se façonnent ensemble.

### **Un équilibre fragile**

Votre monde sera un ballet d’interactions : chaînes alimentaires, symbioses, comportements collectifs.  
 Les bancs de poissons virtuels de Craig Reynolds (*Boids*, 1987) en sont un modèle : trois règles locales simples produisent une harmonie globale.  
 Saurez-vous atteindre, par votre propre code, un équilibre émergent semblable ?

### **Les outils de la création**

Les IA conversationnelles (ChatGPT, Gemini, Claude, etc.) seront vos alliées : pour concevoir, déboguer, planifier ou imaginer.  
 Mais gardez à l’esprit qu’elles ne remplacent pas votre compréhension : elles sont des assistants, pas des auteurs.  
 Vous restez les concepteurs, les architectes et les observateurs privilégiés de ce monde en devenir.

## **Objectifs pédagogiques**

* Ce projet vous permettra de :
  + Mettre en pratique les principes du génie logiciel sur un projet complet.
  + Explorer des concepts biologiques et systémiques : évolution, adaptation, coopération, compétition.
  + Travailler en équipe agile, avec planification et communication structurées.  
     Développer votre créativité algorithmique et votre capacité à modéliser des agents autonomes
  + Utiliser des outils modernes : Git, documentation technique, intégration continue et tests.

## **Déroulement du projet**

### **Phase 1 – Conception (2 semaines)**

* Analyse du code d’amorce : comprendre en profondeur le fonctionnement et repérer les points d’extension.
* Idéation : proposer de nouvelles fonctionnalités (perception, reproduction, génétique, prédation, coopération, etc.).
* Document de conception : décrire classes, méthodes, responsabilités ; produire diagrammes et scénarios ; identifier les risques et solutions.
* Planification : établir un calendrier clair et réaliste avec dépendances et priorités.

### **Phase 2 – Développement (2 sprints de 3 semaines)**

* Implémenter les fonctionnalités selon une approche agile.  
   Réviser et ajuster le plan à chaque sprint
* Faire les SCRUMs quotidiens
* Utiliser Git (c’est mieux d’intégrer souvent, en avertissant les autres de se mettre à jour) pour la gestion du code et la collaboration.
* Présenter les avancements et choix d’architecture à la fin de chaque sprint.

## **Livrables**

* Code source complet, commenté et structuré.
* Documentation technique décrivant architecture, choix, algorithmes et interactions.
* Rapports de scrum (individuels).
* Rapport de projet individuel : défis rencontrés, solutions apportées, leçons apprises.
* Présentation finale : démonstration de la simulation et justification des choix de conception.

## **Évaluation**

Les critères suivants seront pris en compte :  
 • Fonctionnalités : richesse, cohérence et stabilité des ajouts.  
 • Gestion du temps : respect du planning et capacité d’adaptation.  
 • Travail d’équipe : communication, répartition, synergie.  
 • Créativité : originalité et pertinence des solutions.  
 • Documentation : clarté, rigueur, cohérence entre code et description.

## **Conseils de réussite**

• Communiquez : la cohésion d’équipe prime sur la brillance individuelle.  
 • Soyez méthodiques : tenez vos plans et vos dépôts Git à jour.  
 • Expérimentez : testez, échouez, ajustez – comme le vivant lui-même.  
 • Cherchez l’élégance : un code bien pensé vieillit bien.  
 • Amusez-vous : la curiosité et l’émerveillement sont les moteurs de l’apprentissage.

## **Pistes d’enrichissement**

**Diversité des organismes**  
 – Spécialisation (prédateurs, herbivores, décomposeurs).  
 – Variations de taille, vitesse, perception, énergie.  
 – Stratégies de déplacement différenciées.

**Environnement dynamique**  
 – Zones nutritives inégales, obstacles, courants.  
 – Cycles jour/nuit influençant la visibilité et les comportements.  
 – Paramètres de simulation modifiables en direct.

**Interactions complexes**  
 – Prédation, compétition, symbiose.  
 – Effets de groupe : bancs, colonies, comportements collectifs.

**Évolution et adaptation**  
 – Transmission et mutations de caractéristiques.  
 – Apparition de nouvelles « espèces ».  
 – Adaptation continue aux changements environnementaux.

**Interface utilisateur**  
 – Zoom, suivi d’organisme, statistiques, graphiques dynamiques.  
 – Contrôles interactifs sur les paramètres de l’écosystème.

## **Conclusion**

Le projet SimVieFeCo n’est pas qu’un exercice de programmation : c’est une expérience de création de vie artificielle.  
 Il s’inscrit dans la lignée de Conway, Langton, Brooks, Sims et Minsky, pour qui la complexité émerge de la simplicité, et la vie de la logique.  
 Vous êtes les architectes de ce monde : à vous d’y faire naître la beauté, l’équilibre… ou le chaos.