

PARIS

(PAsture-Ruminant Interaction Simulator)

Laurent Pérochon

laurent.perochon@clermont.inra.fr

INRA

Centre de Clermont-Ferrand / Theix

URH / RAPA

63122 Saint Genès Champanelle

Contexte

Elevage d'herbivores / Prairie

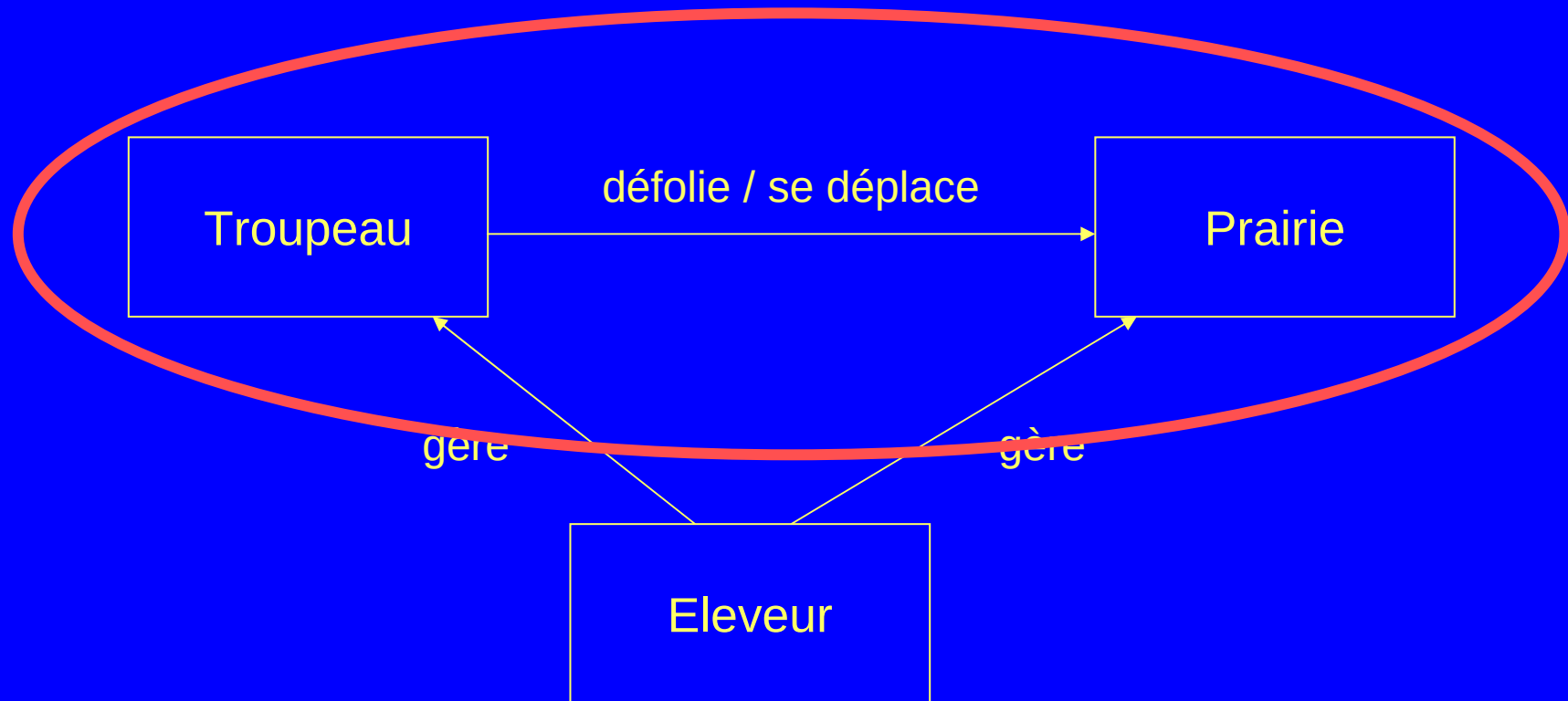
Pâturage extensif = faible chargement

Les enjeux

*Nourrir les animaux et gérer l'écosystème prairial
par le pâturage et la récolte de fourrages*

Objectifs

Mieux comprendre les mécanismes du système afin d'aider à sa gestion

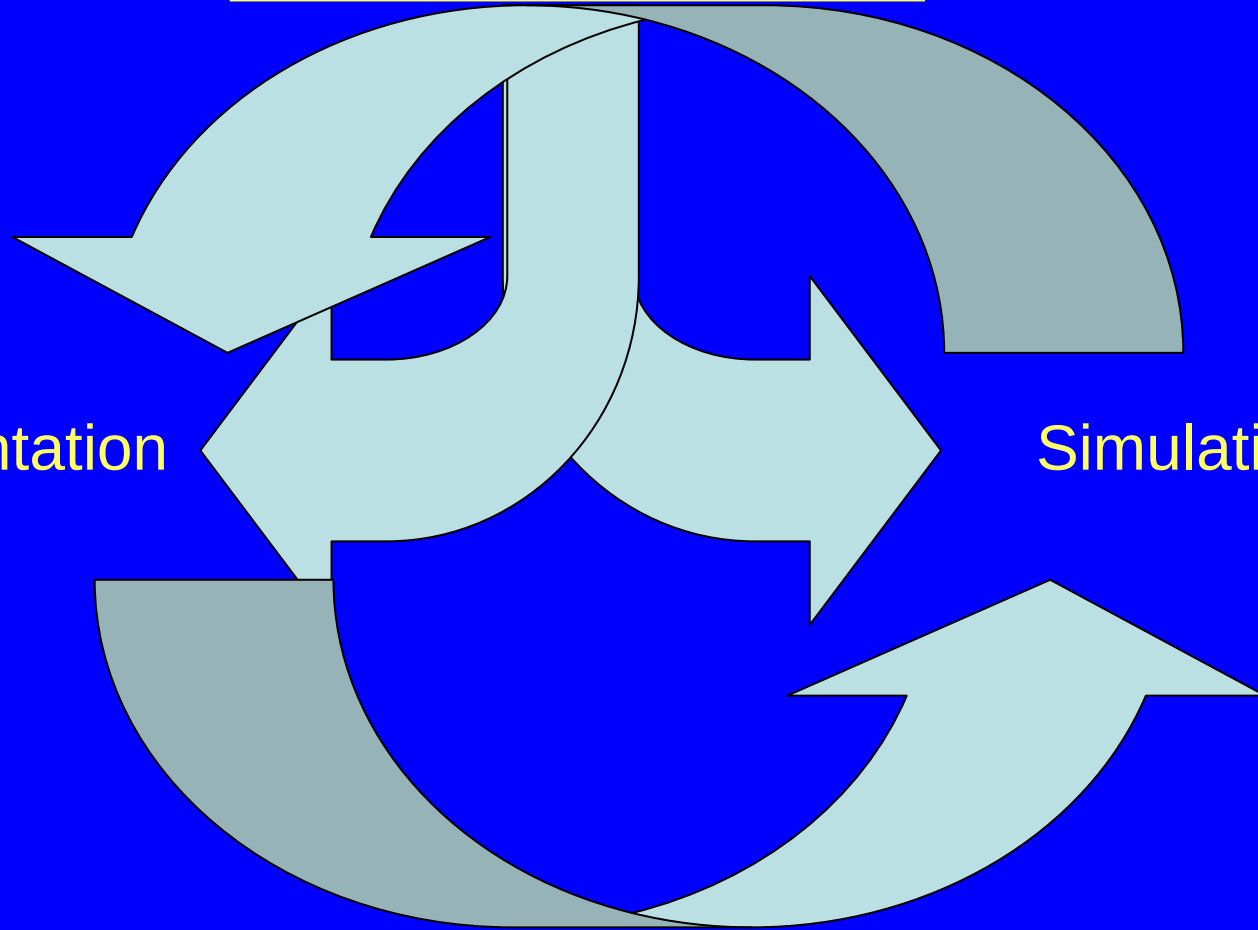




Les moyens utilisés

Expérimentation

Simulation



Les connaissances initiales / collaborations

Equipe RAPA, unité URH
INRA

- Expérimentation Animaux / Parcelles
- 1 modèle à compartiments
- 2 simulateurs multi-agents

Equipe FGEP
INRA

- Expérimentations Parcelle
- 1 modèle à compartiment

LIMOS

Université Blaise Pascal

- Simulateurs multi-agents
- Travaux mathématiques
- Modélisation UML

Les connaissances initiales / collaborations

Equipe RAPA, unité URH
INRA

- Sauvart et al. 1996
- Dumont et Hill 2001,2004

Equipe FGEP
INRA

- Carrère et al. 1997

LIMOS
Université Blaise Pascal

- Force et al. 2002
- Hill 1996, 2000

Objectifs du simulateur

Simuler le système Troupeau / Prairie, afin de tester des hypothèses biologiques, et de prédire l'évolution du système au cours du temps.

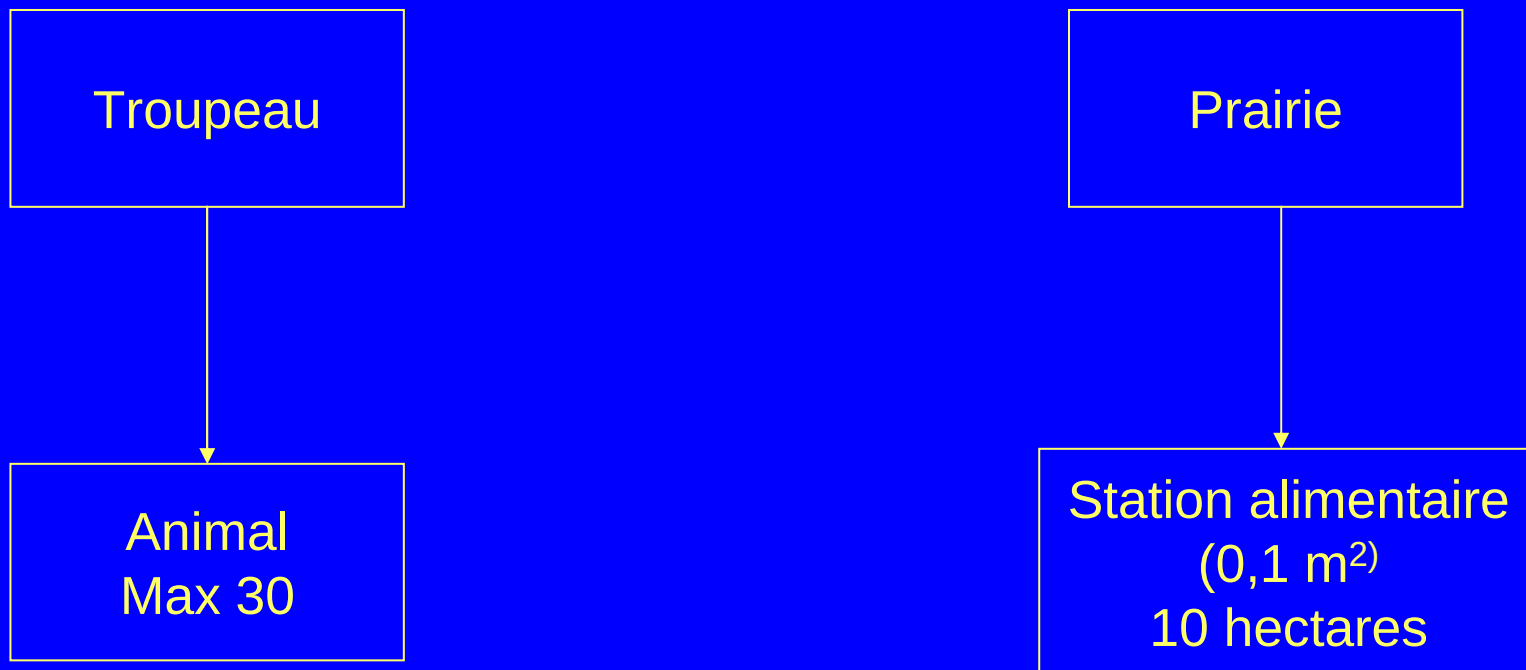


Contrainte : prise en compte de l'hétérogénéité des animaux et de la végétation ainsi que leurs interactions

Précisions / Décisions
initiales

Les échelles

Pour les définir il faut prendre en compte l'objectif, les contraintes et les interactions



Temps

Processus continu

Croissance de
La plante

Lent

Jour

Horloge synchrone

Processus
physiologique
De l'animal

Rapide

Après une séquence de
défoliation, rumination,
buvée ou repos

Processus discret

Actions de l'animal

De la seconde pour
Prendre une décision
à la minute pour marcher

Événements discrets

Discrétisation

Spatial ou non ?

Prise en compte de l'hétérogénéité de la végétation, et des emplacements remarquables : point d'eau, aire de repos

Compétition entre individus et interaction spatiales des individus

OUI

Aléatoire ?

Hétérogénéité

Variabilité

Processus décisionnels non déterministes

OUI



Comment faire ?

Qui et pourquoi ?

Equipe RAPA, unité URH

INRA

(Bio) R. Baumont : Animal 'seul'

(Bio) B. Dumont : spatial, social

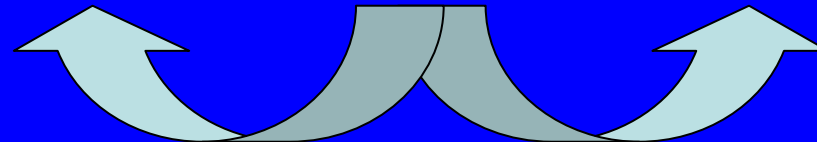
(Info, model) L. Pérochon

Equipe FGEP

INRA

•(Bio) P. Carrère végétation

Stagiaires Isima



Stagiaires Isima

LIMOS

Université Blaise Pascal

(conseil info, model) D. Hill

(conseil maths) C. Mazel

(info model végétation) C. Force

Approches utilisées pour l'analyse

Multi-agents (Ferber 2000, Janssen 2002)
: animal

Modèles à compartiments :
Physiologie animal
Station alimentaire

Multi-modèles (Fishwick, 1995)
#niveaux d'abstractions
#modèles en interactions

Formalisme

Modèles à compartiments : diagrammes de Forrester (1969)

Simulateur : Unified Modelling Language ———→ Avant la programmation

↓
Modèle conceptuel

Programmation

Le simulateur : C++ (gcc)

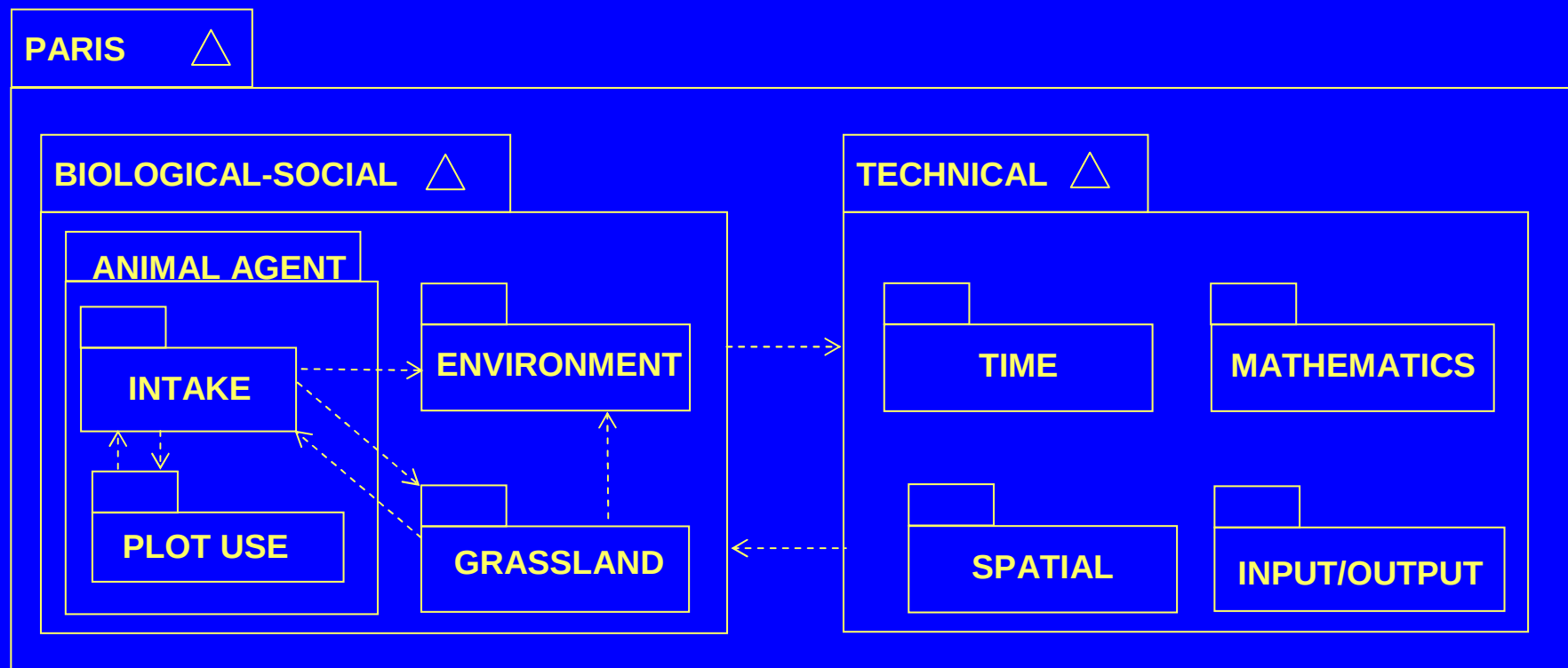
Interface homme-machine : Java (sun)

Système d'exploitation Linux (Mandrake)

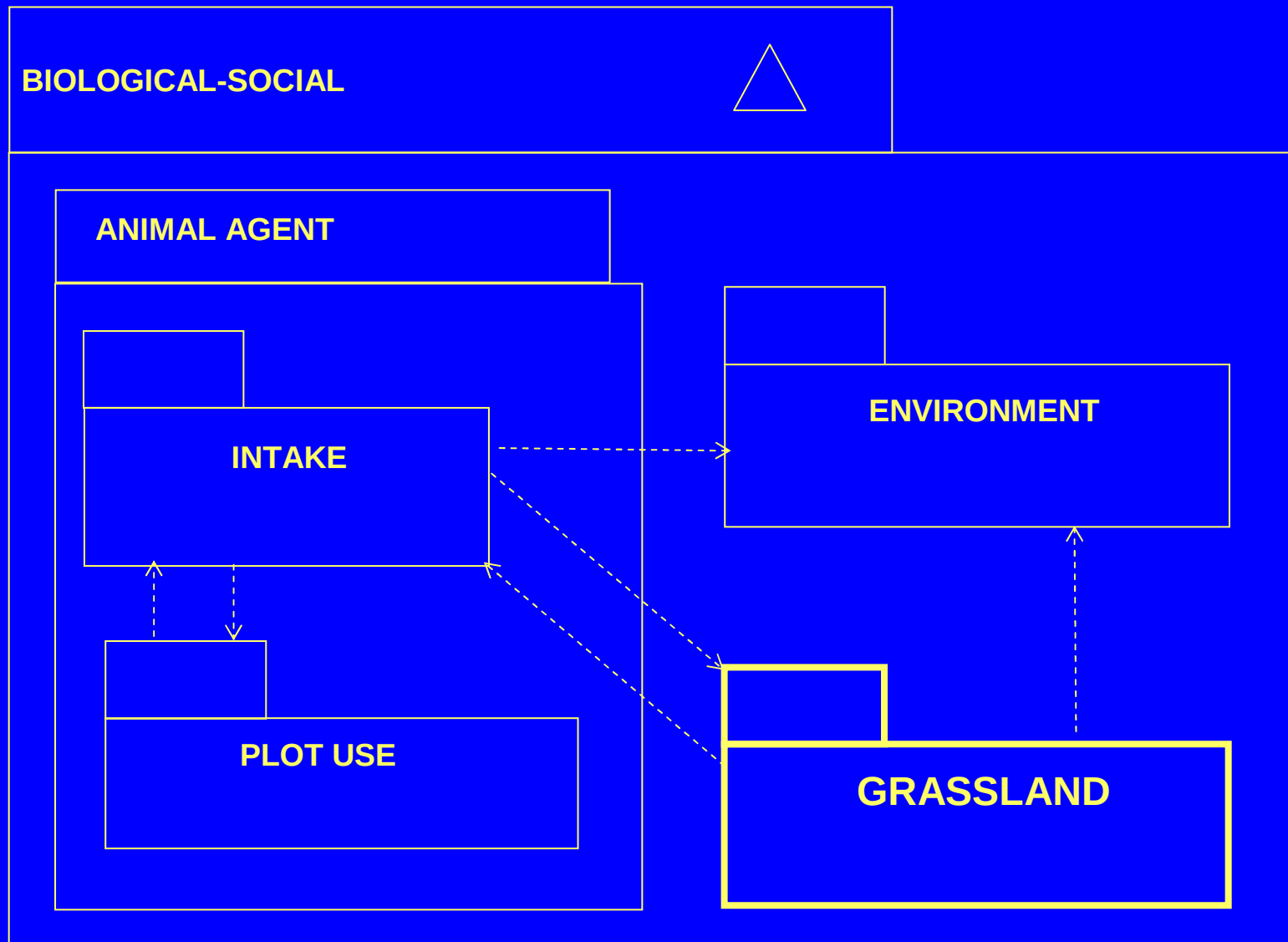
Analyse

Premier et deuxième niveaux conceptuels

Le simulateur

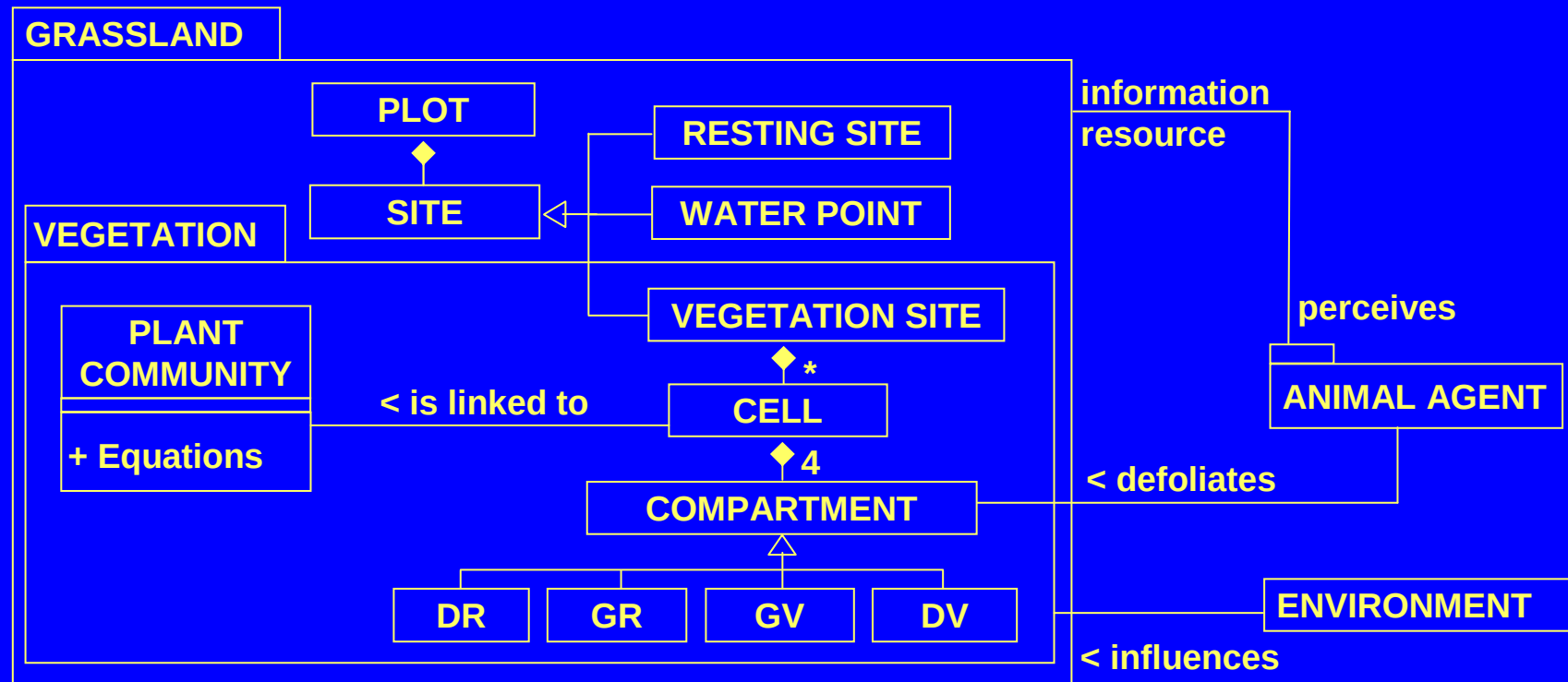


Le modèle du domaine



Troisième niveau conceptuel

Le modèle de la parcelle



GV : green vegetative

DV : dry vegetative

GR : green reproductive

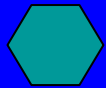
DR : dry reproductive

La représentation de la parcelle

faciès



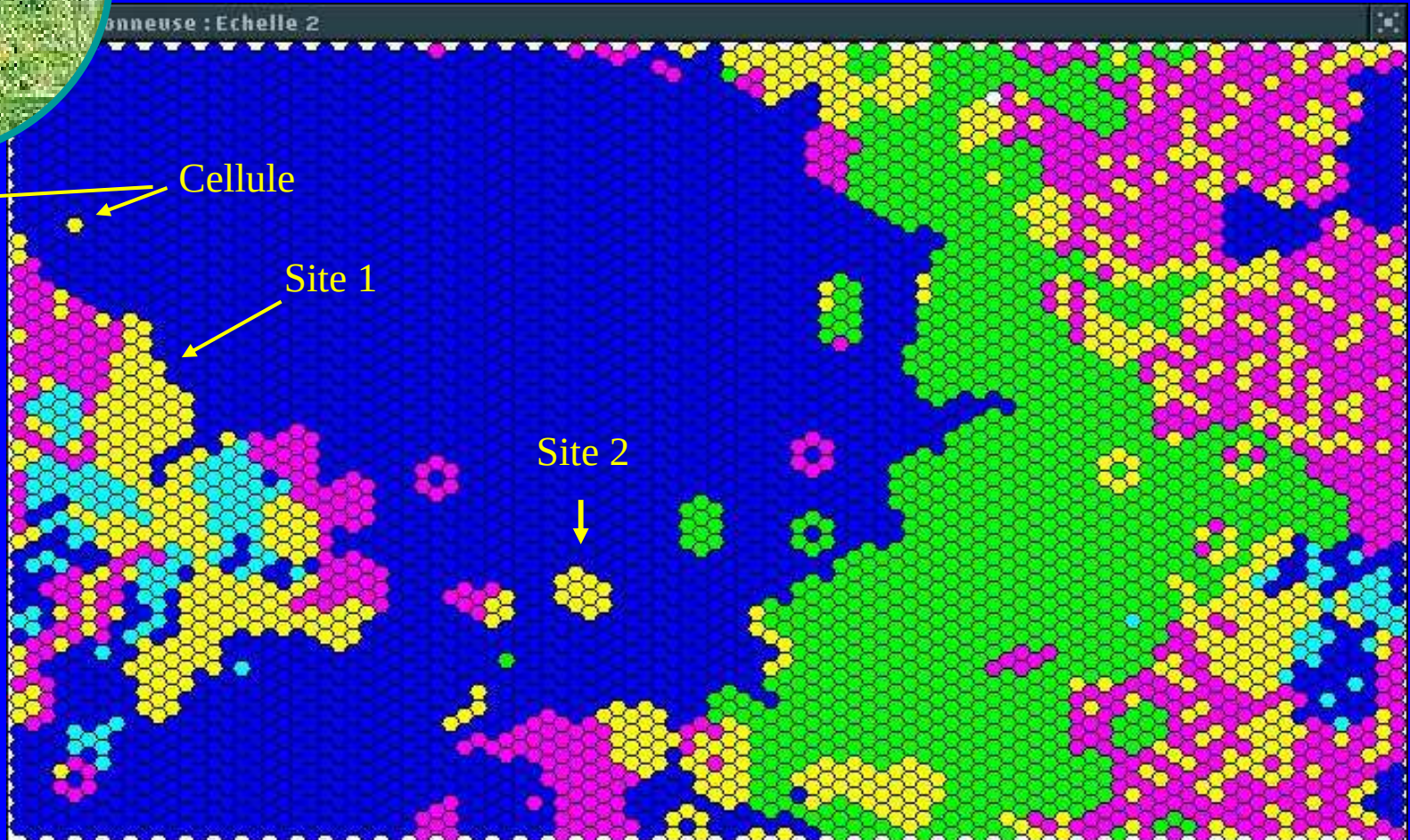
onneuse : Echelle 2



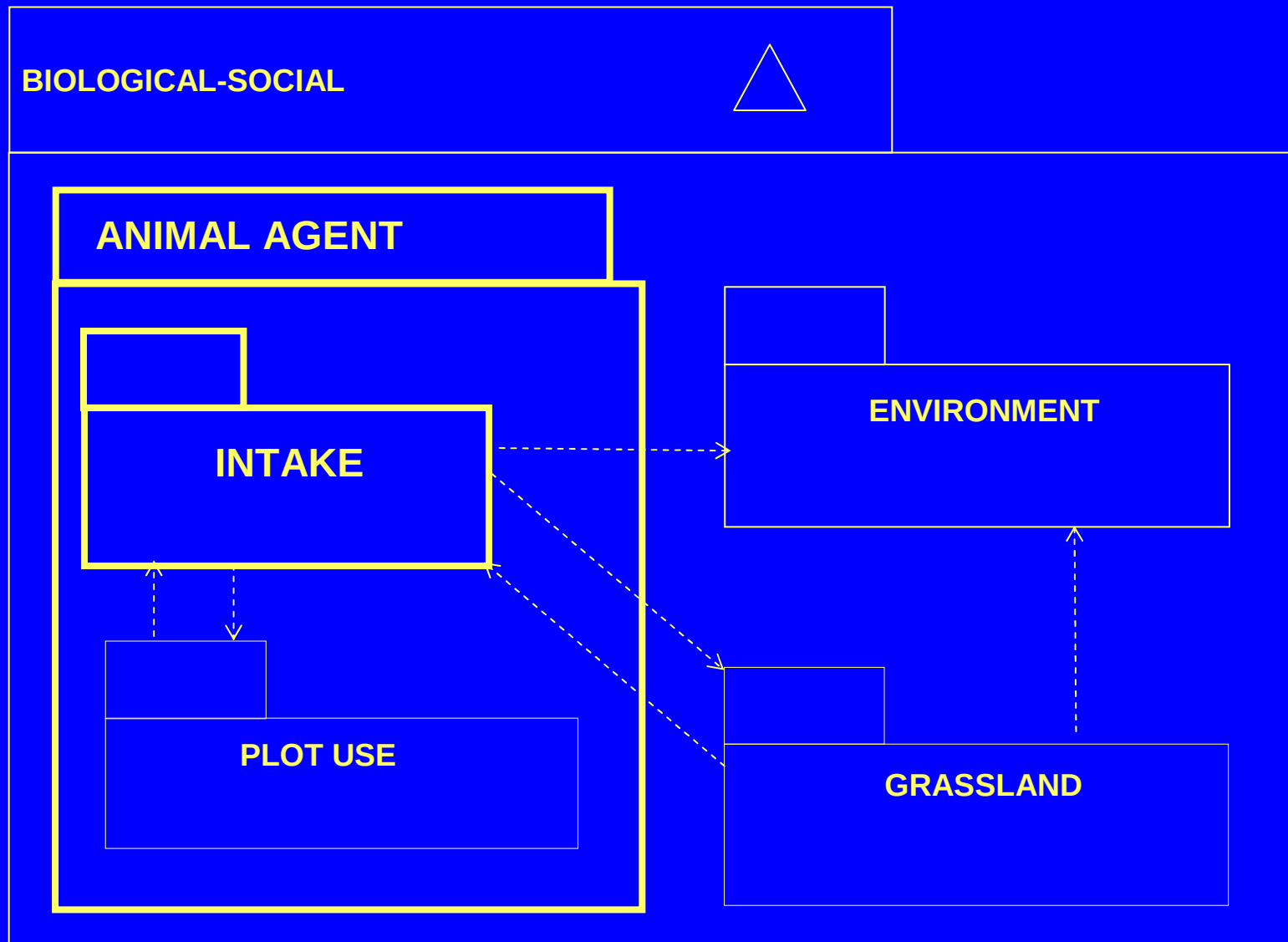
Cellule

Site 1

Site 2

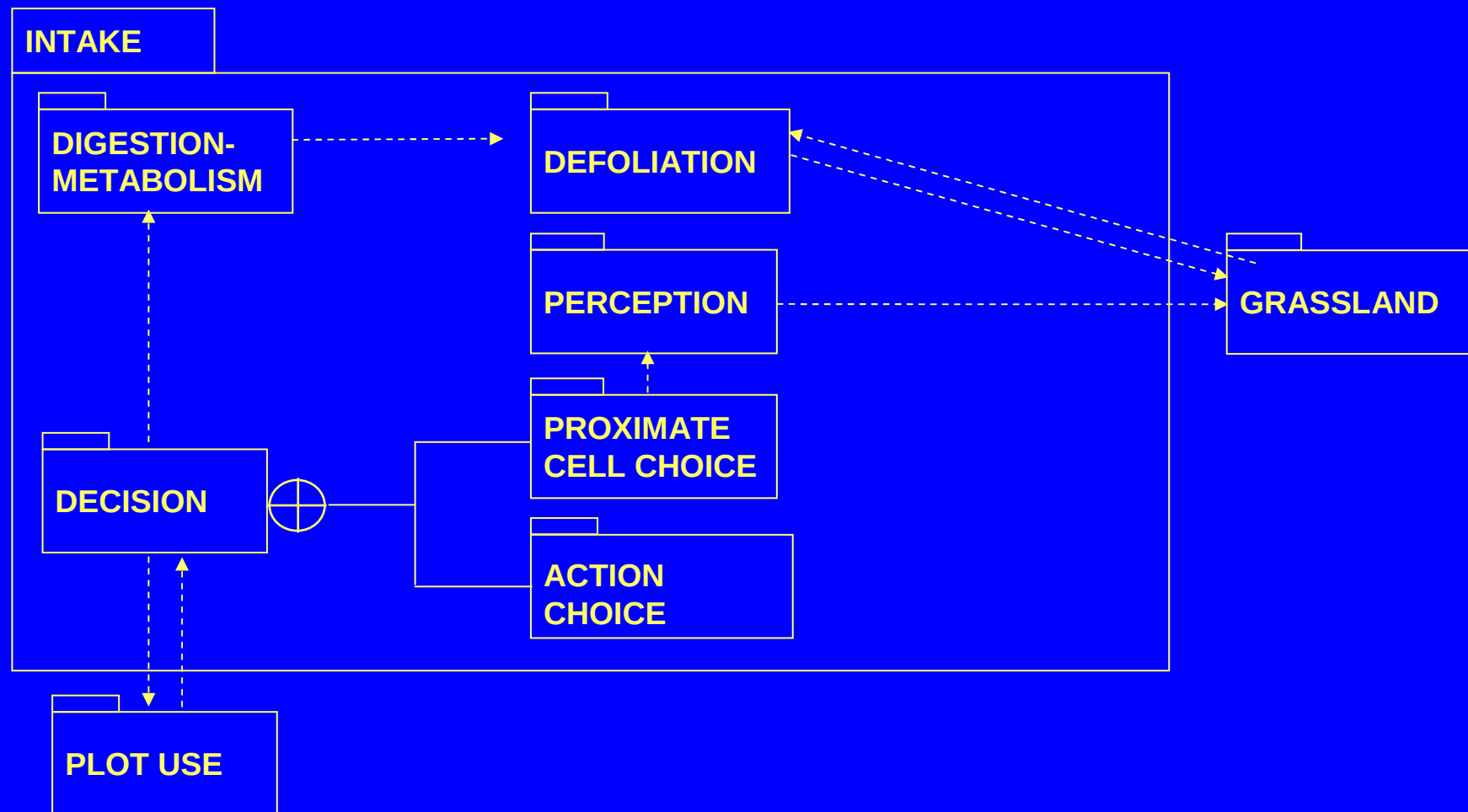


Le modèle du domaine



Troisième niveau conceptuel

Le modèle Physiologique / Décisionnel

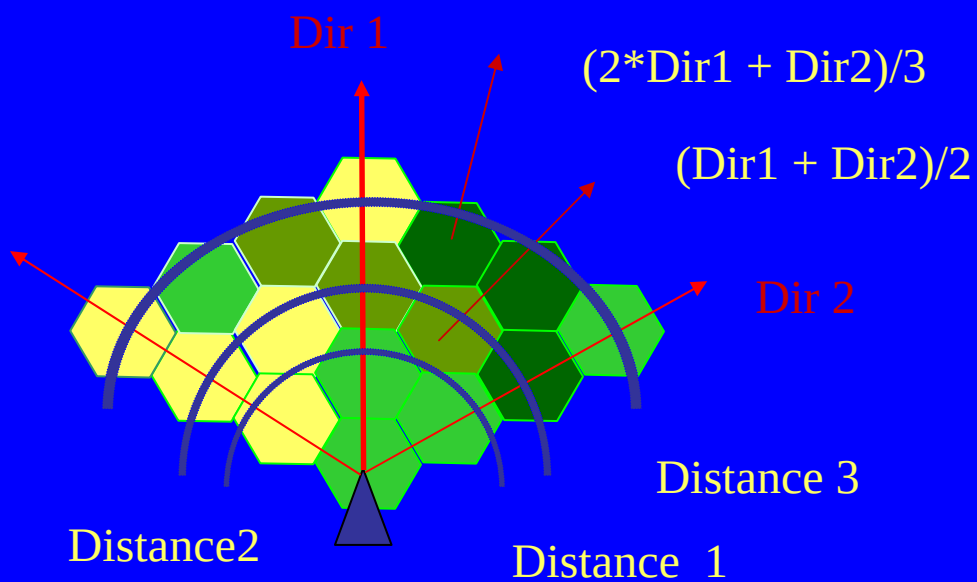




Repos



Buvée



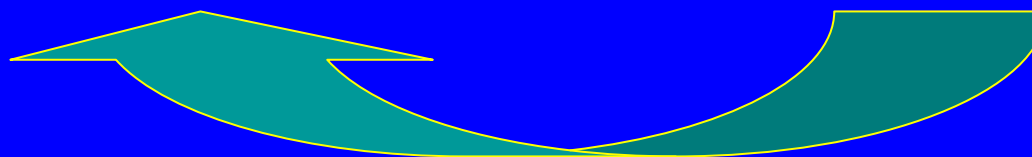
Rumination

Qualité

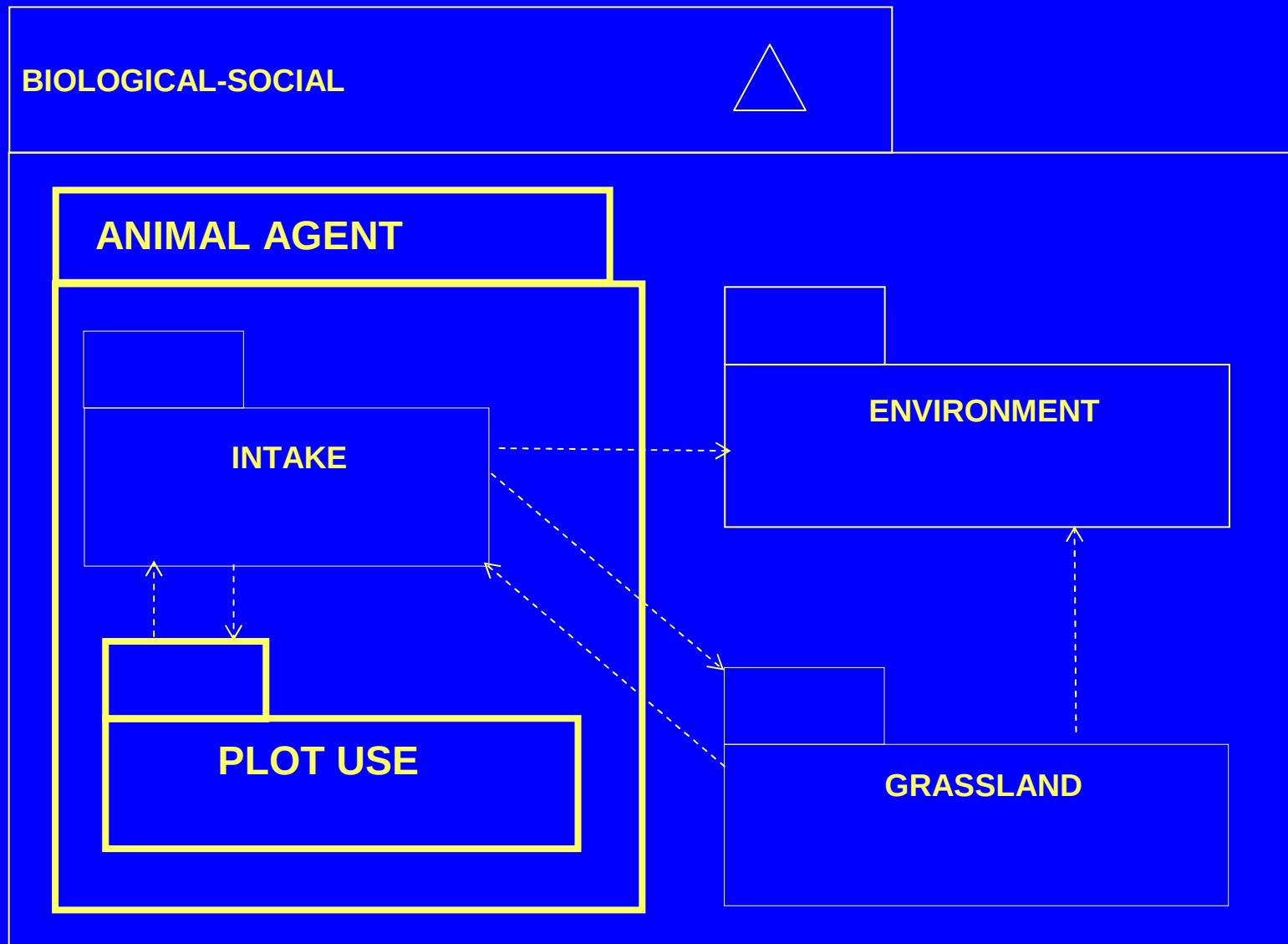
Distance

Direction

Manger



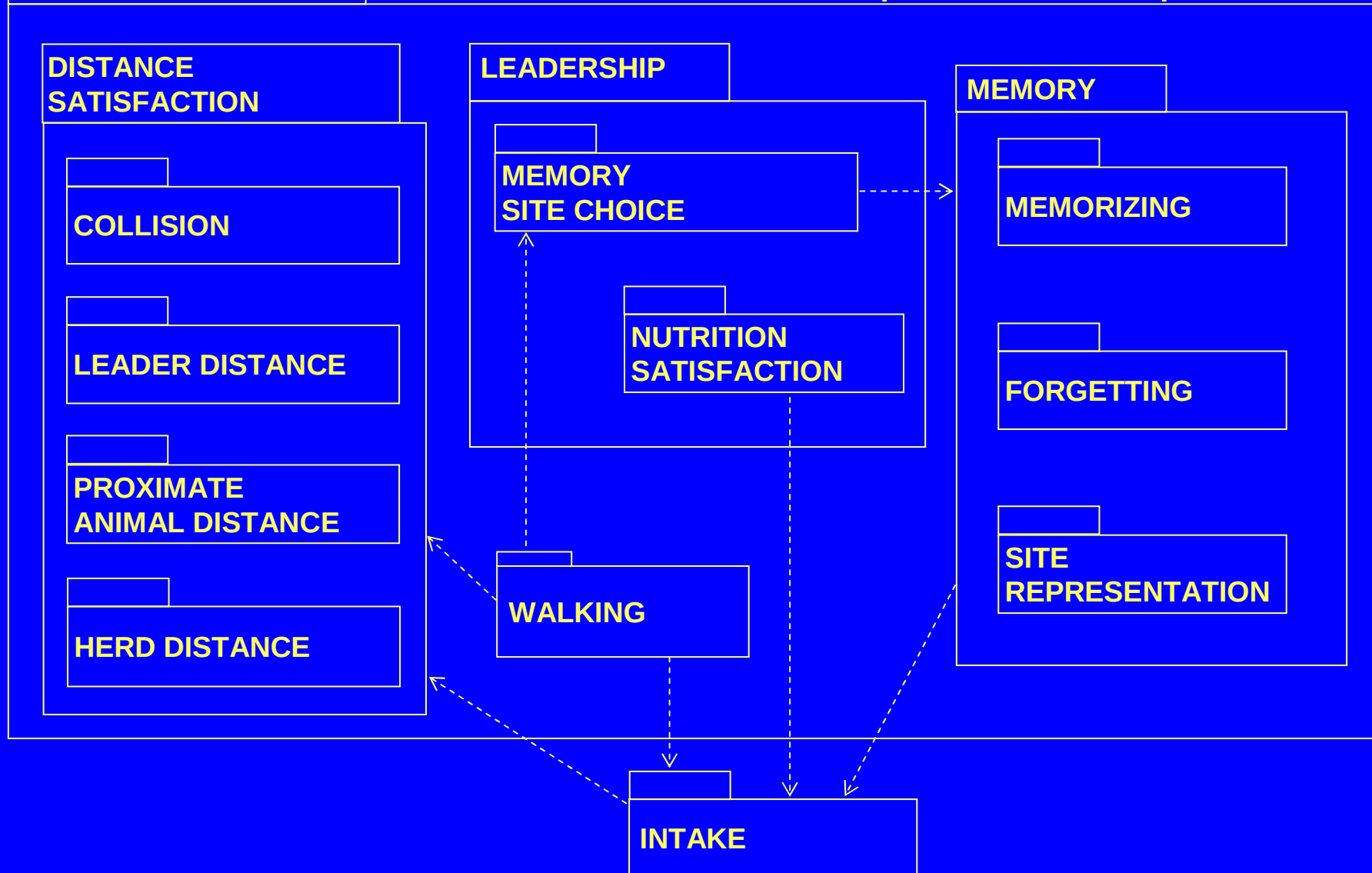
Le modèle du domaine

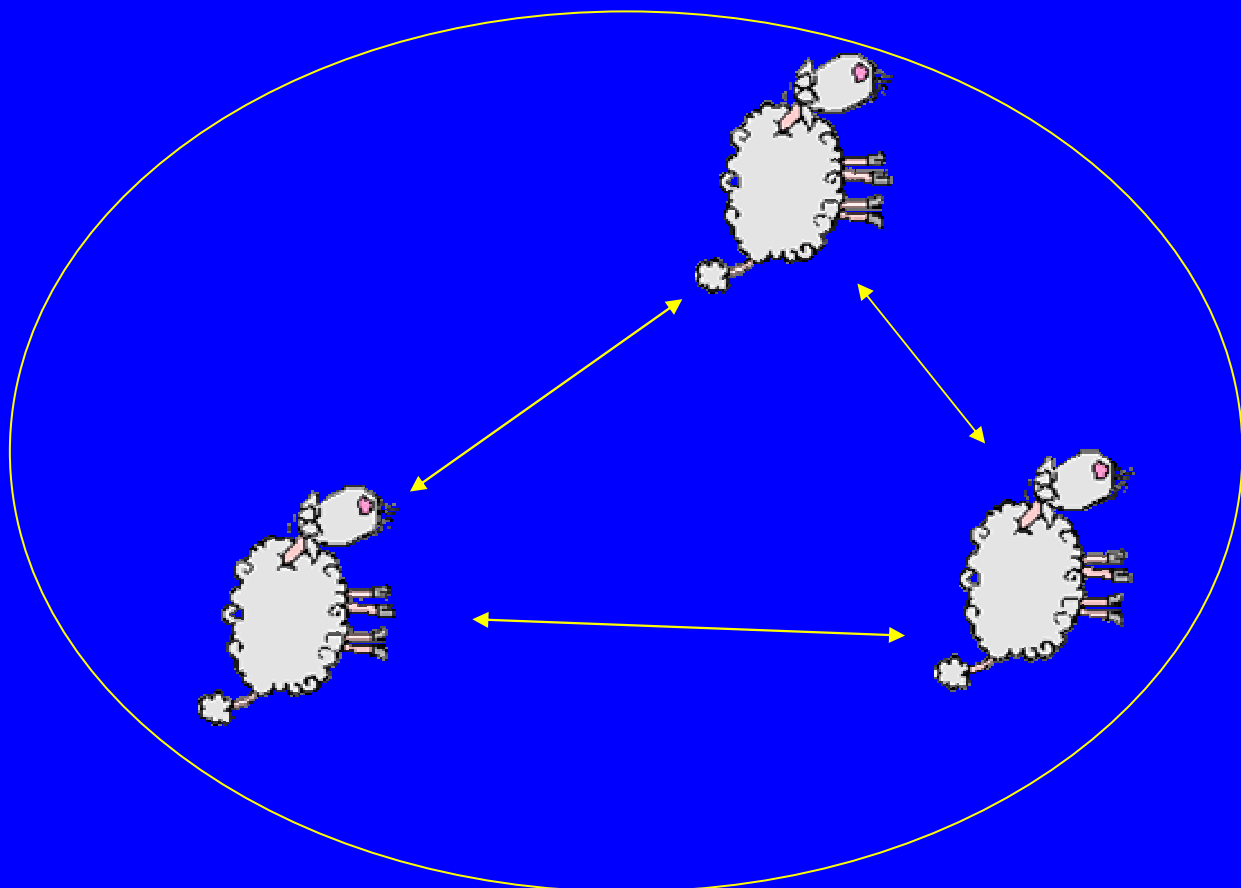


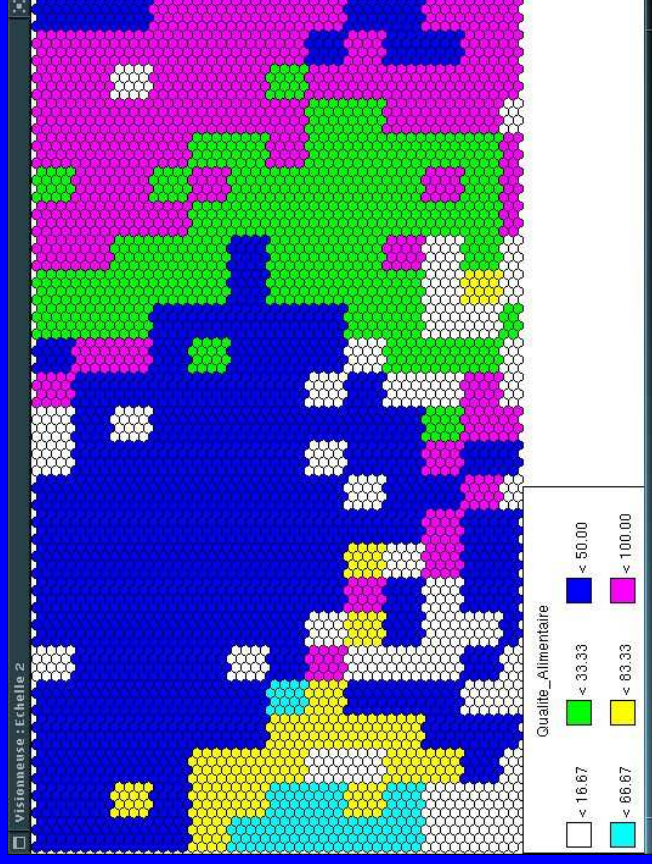
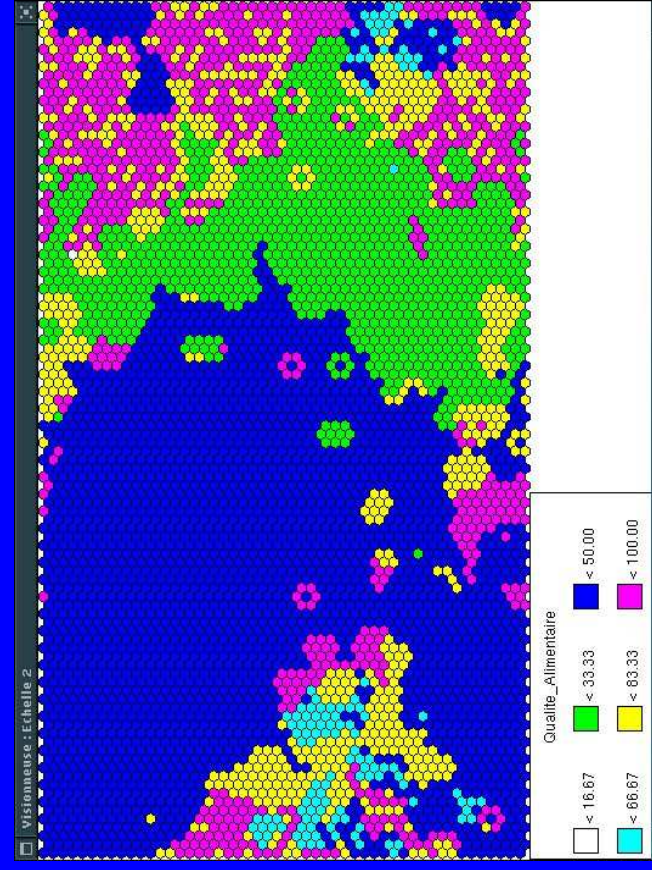
Troisième niveau conceptuel

PLOT USE

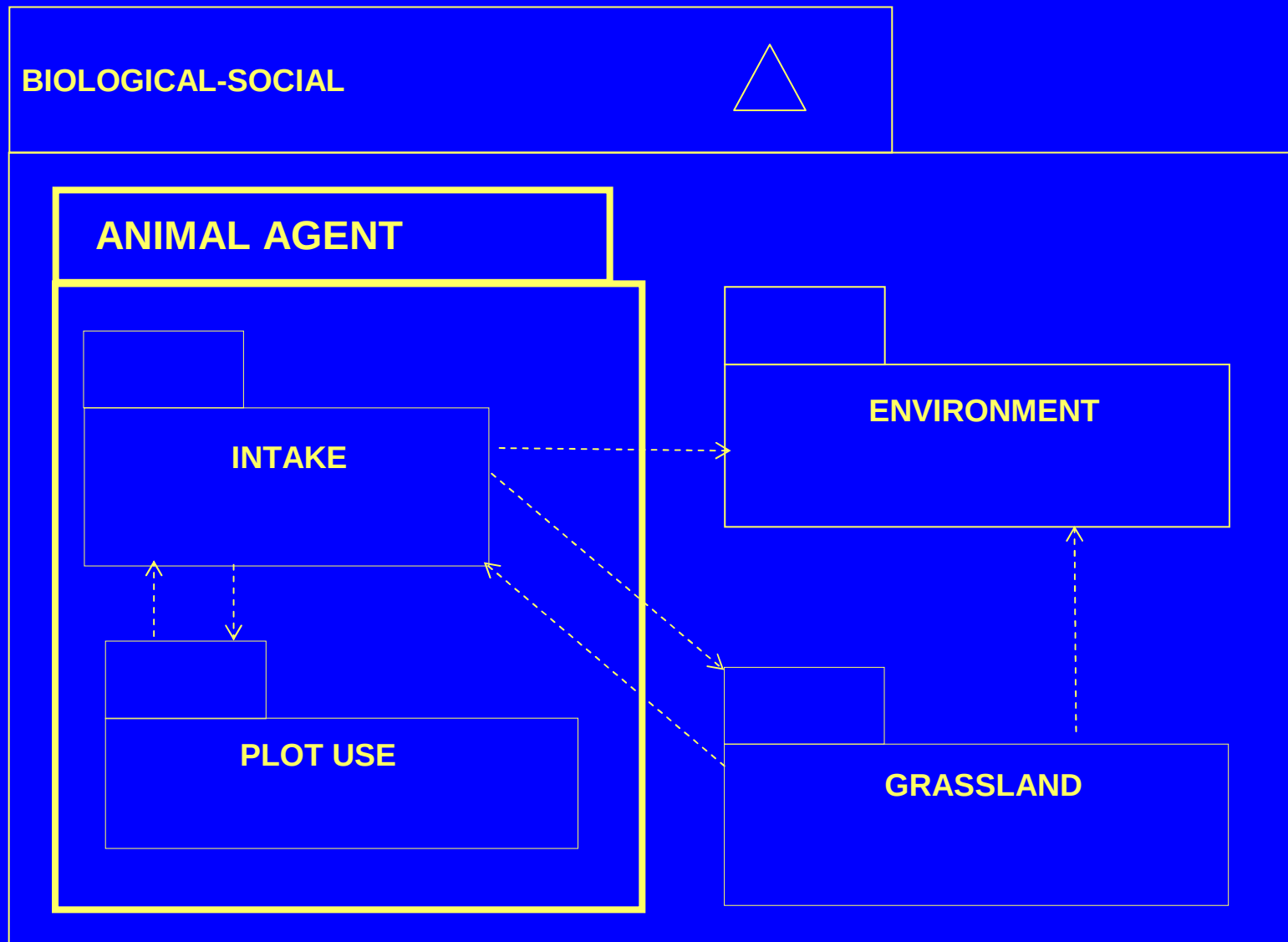
Le modèle utilisation spatiale de la parcelle



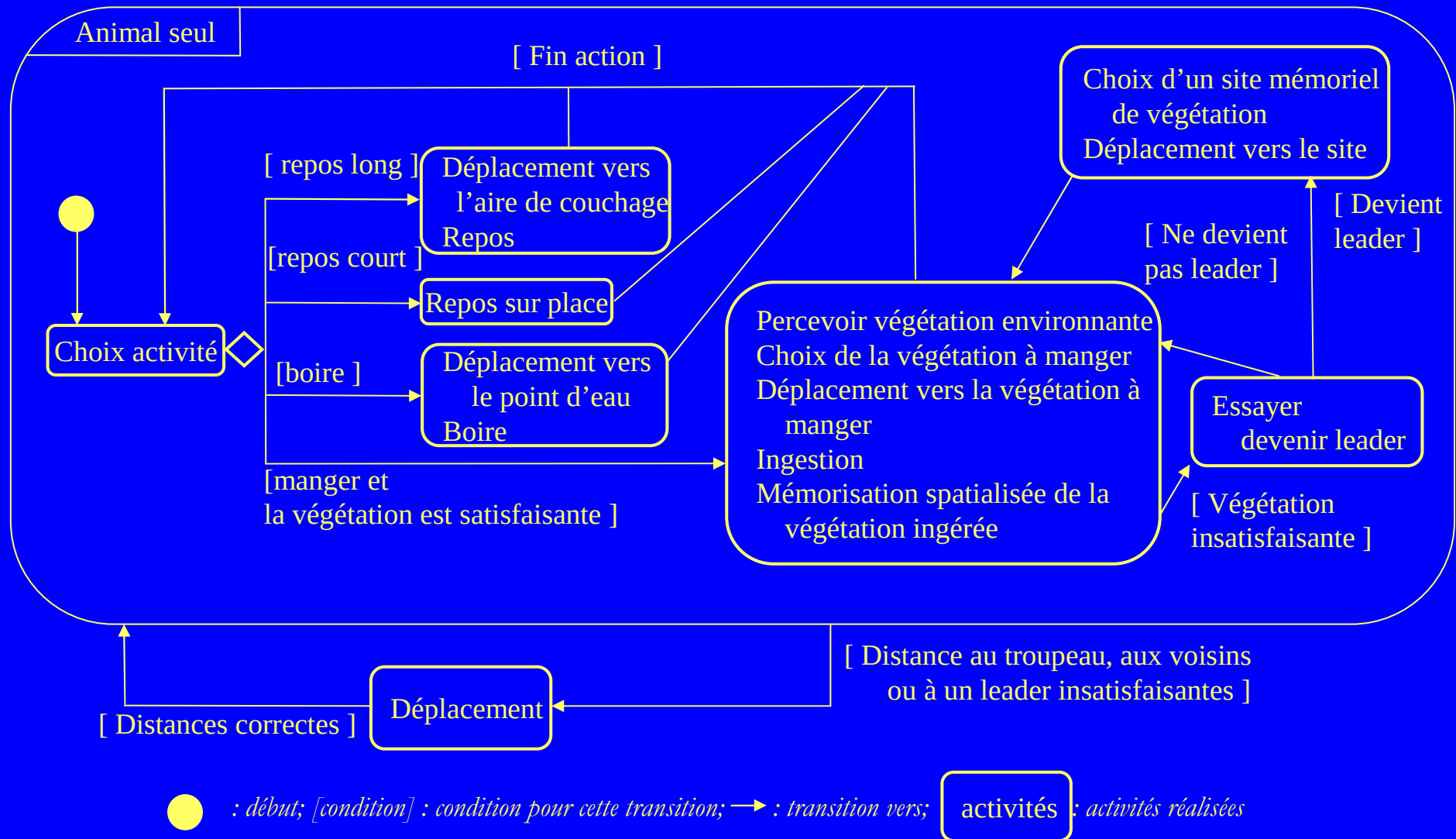




Le modèle du domaine

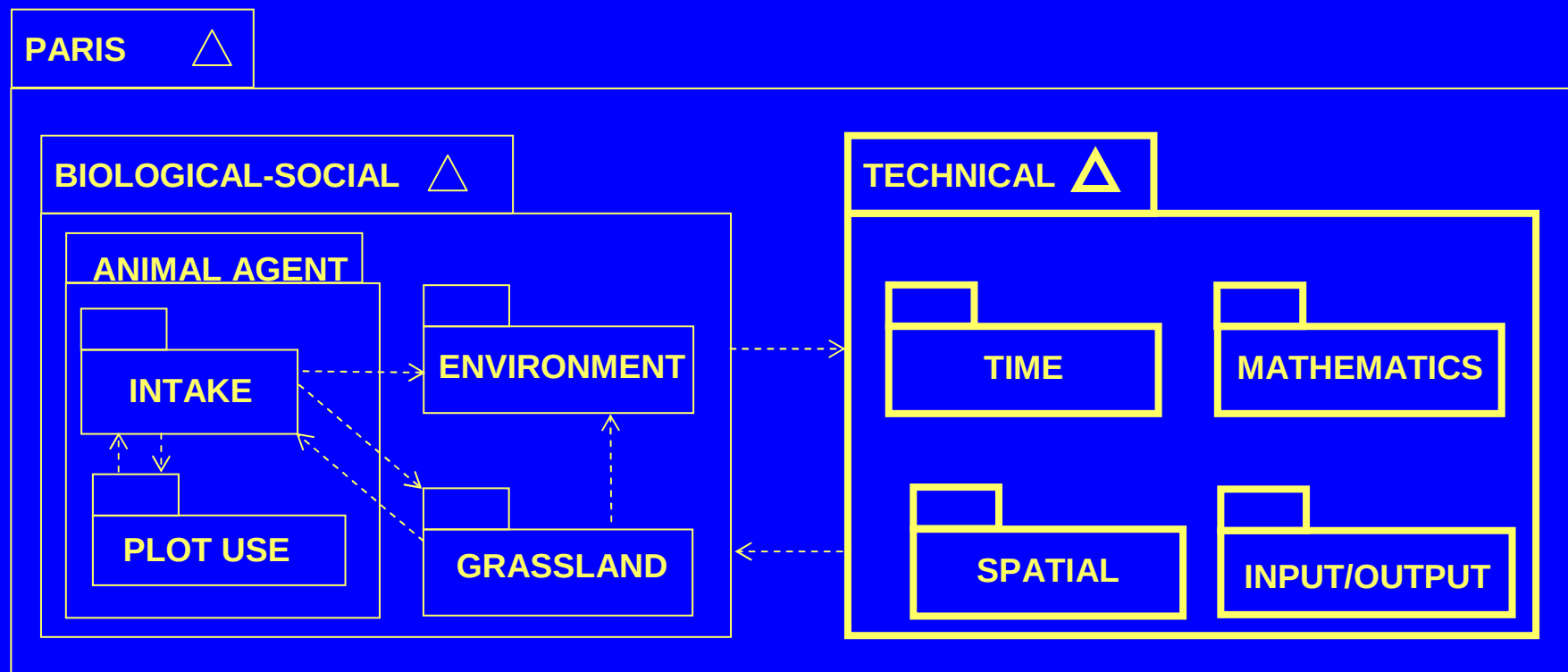


Troisième niveau conceptuel



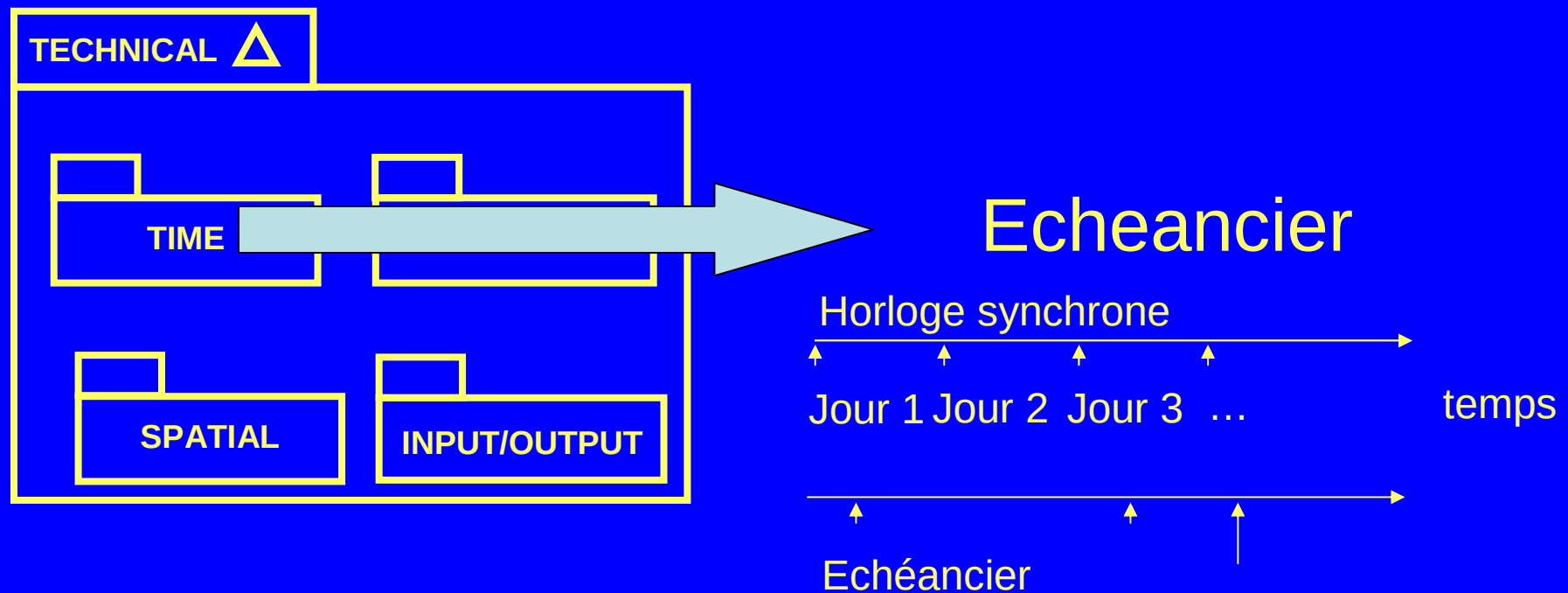
Premier et deuxième niveaux conceptuels

Le simulateur



Troisième niveau conceptuel

Le modèle Technique

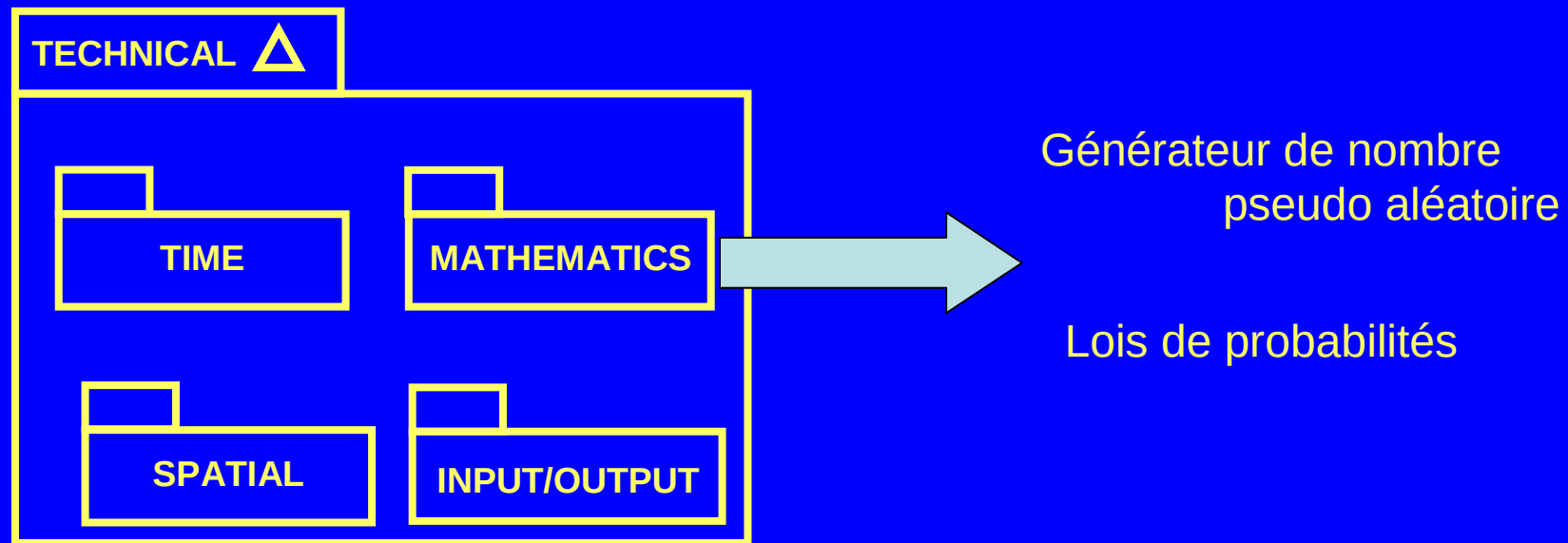


Choisir les événements

- Pour chaque instant important → un événement
 - Changement d'activité
 - Choix d'une cellule
 - Rumination
 - Lien social, leadership et isolement
 - Suivre un leader
 - Se rapprocher du troupeau
 - Arriver à une destination

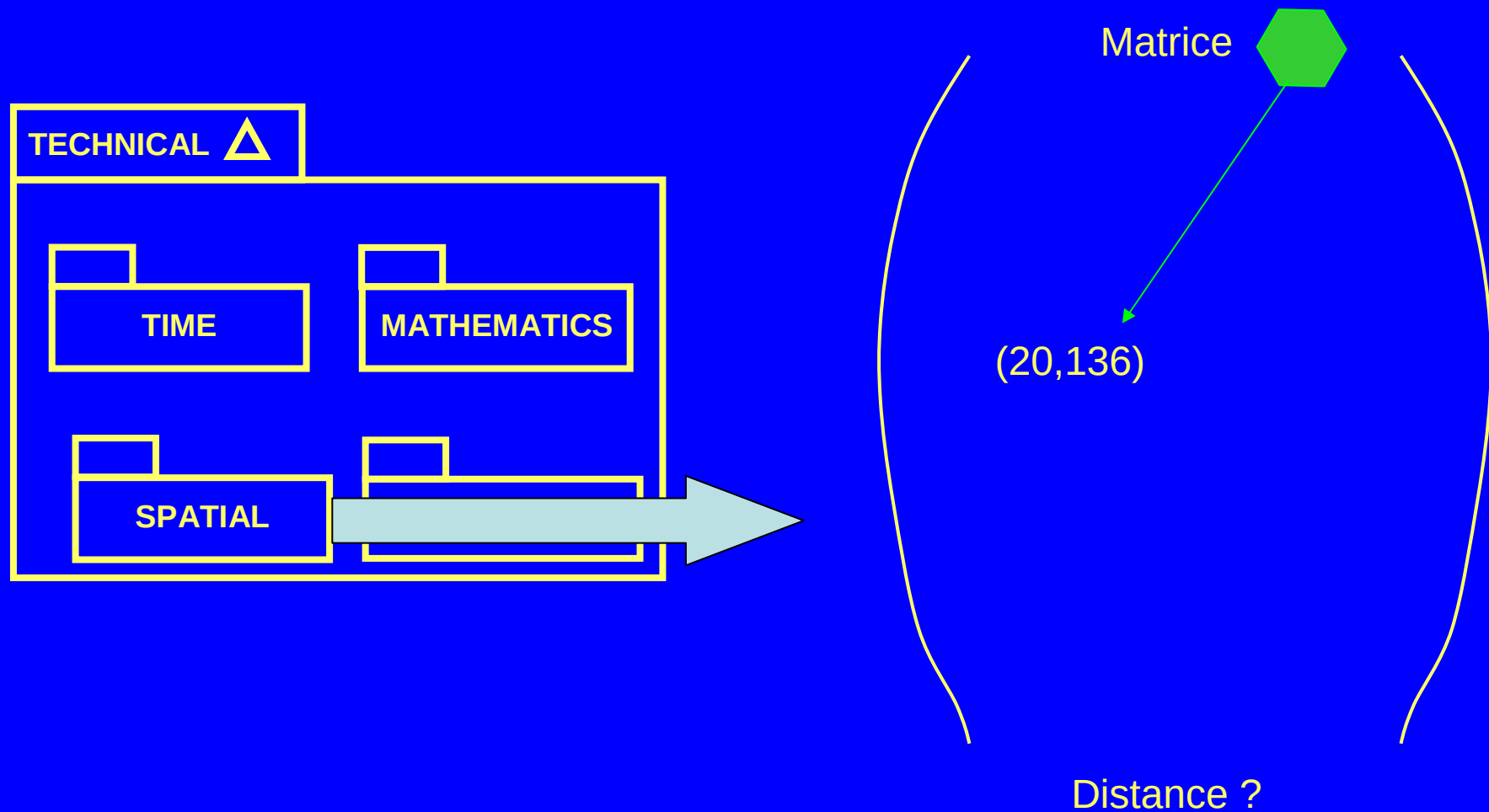
Troisième niveau conceptuel

Le modèle Technique



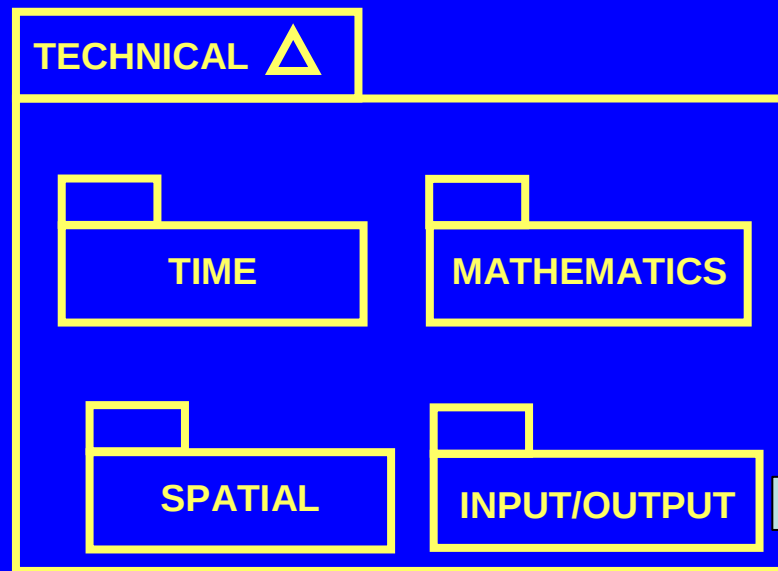
Troisième niveau conceptuel

Le modèle Technique



Troisième niveau conceptuel

Le modèle Technique



Sorties

- fichiers
- visionneuse

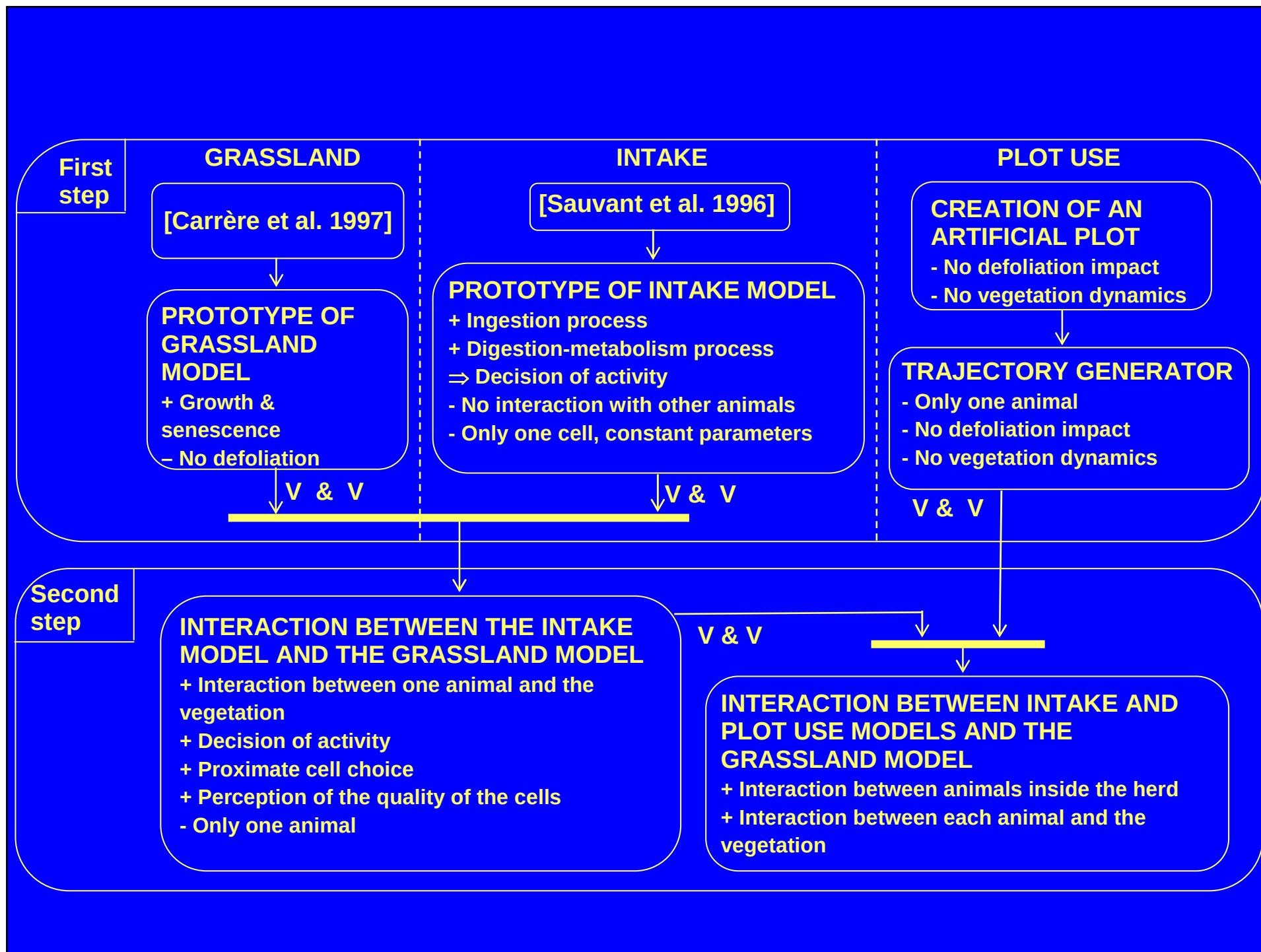
Animal, groupe, parcelle, sites, cellule

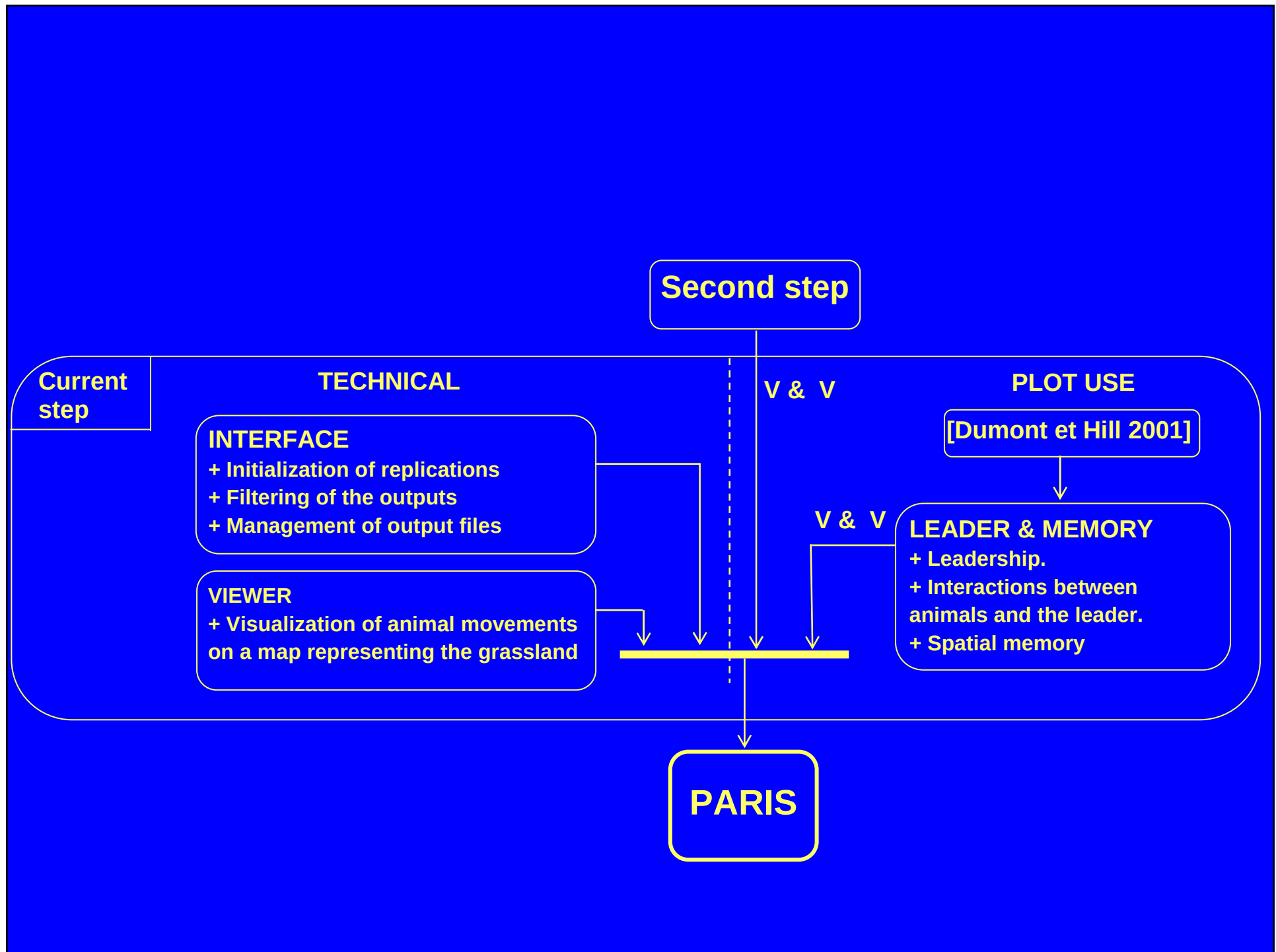
Entrées

- Fichiers
- Interface graphique

Animaux, végétation, événements, date de départ

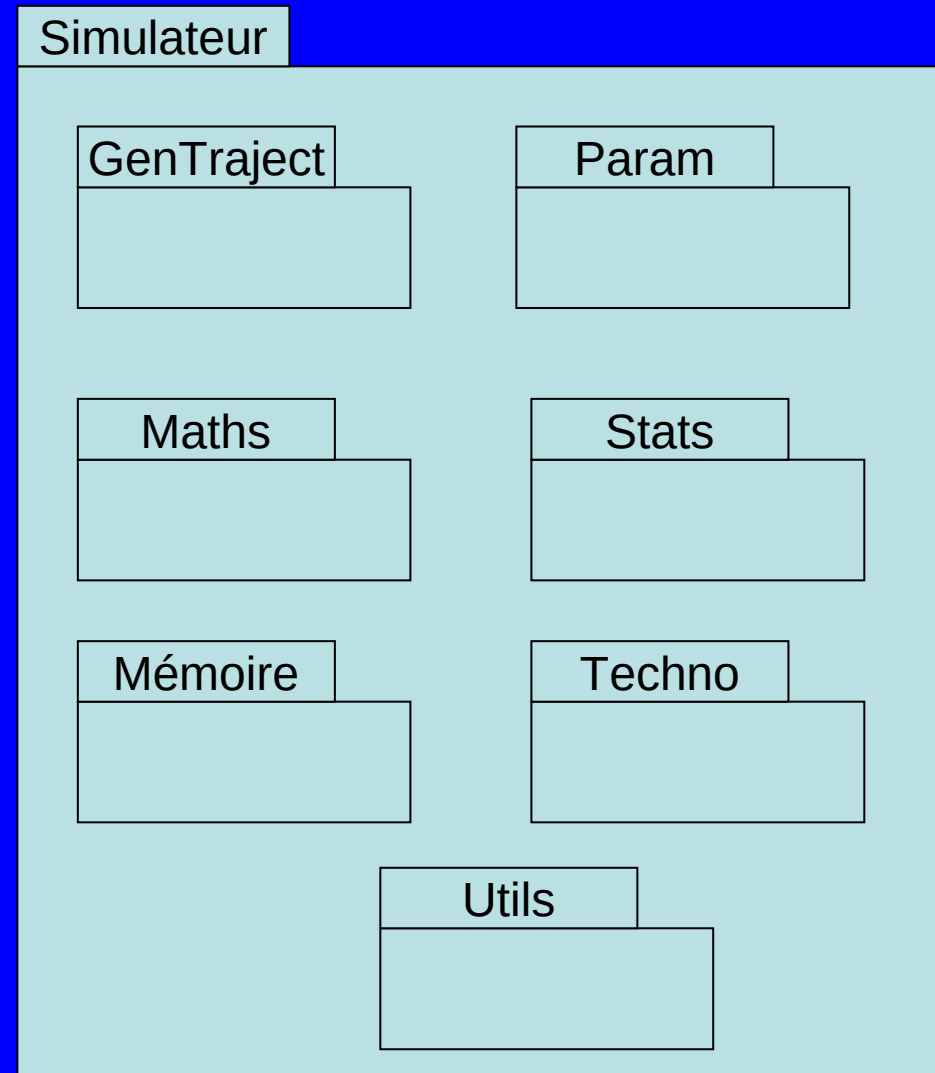
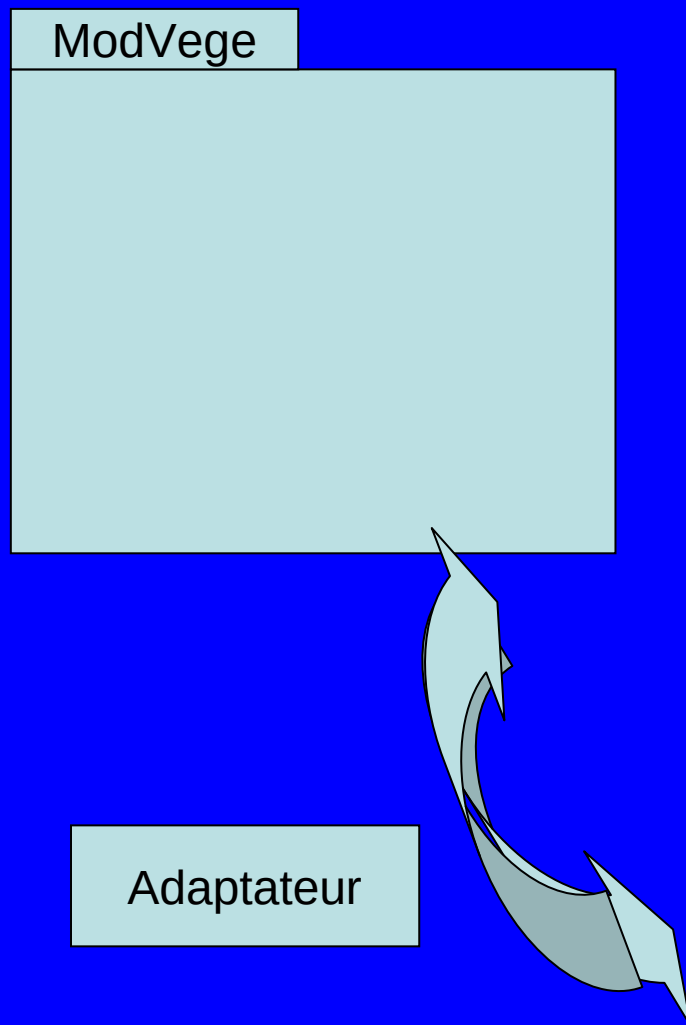
Conception





Le prototype actuel

Les répertoires



Interface homme machine

Gestion

Végétal

Animal

Liste des étapes

●

Initialisation

○

Saisie des durées

Initialisation

Mode d'entrée des paramètres :

Nouvelle Simulation

ma_simulation

Nombre de réplifications :

1

Perception :

Préférence 1

Graine :

1

Aide

Renseignez dans cette étape les paramètres de gestion de la simulation.
Vous pouvez créer un simulation de deux manières différentes :

1. en créant une nouvelle simulation et en la paramétrant intégralement.
Pour cela, vous devez saisir :

1. le nom de la simulation (sans espaces ou caractères pouvant poser des problèmes de nommage de fichiers ou de répertoires) ;

2. le nombre de réplifications ;

3. la fonction de perception voulue, parmi celles proposées ;

4. la graine du générateur de nombres aléatoires.

2. en créant une nouvelle simulation à partir d'une simulation existante :

1. choisissez une simulation parmi celles proposées ;

2. saisissez un nom pour la nouvelle simulation (sans espaces ou caractères pouvant poser des problèmes de nommage de fichiers ou de répertoires).

Pour choisir parmi ces deux modes, utilisez le menu déroulant situé en haut de la zone dédiée à l'étape.

Précédent

Suivant

Lancer la simulation

Quitter

Gestion

Végétal

Animal

Liste des étapes

● Initialisation

● Saisie des durées

Simulateur

Saisie des durées

Végétal :

Début de la simulation :

Durée de la simulation :

Animal :

Nombre d'animaux :

Début de la simulation :

Durée de la simulation :

☐ Avoir toutes les sorties végétales

1

365

1

1

10

Aide

Renseignez dans cette étape les débuts et durées de la simulation :

1. le début de la simulation végétale ;
2. la durée de la simulation végétale .

Renseignez le nombre d'animaux et si vous souhaitez effectuer une simulation avec animal :

1. le début de la simulation animale ;
2. la durée de la simulation animale .

Cochez enfin la dernière case si vous souhaitez obtenir toutes les sorties végétales (sachant que cela peut représenter un nombre important de fichiers).

Précédent

Suivant

Lancer la simulation

Quitter

Gestion

Végétal

Animal

Liste des étapes

Choix de la carte

Fichier faciès

Fichier site

FICHIER_CONSTANTE

FICHIER_ENVIRONNEMENT

FICHIER_PARAMETRES

Choix des variables en sortie

Simulateur

FICHIER_PARAMETRES

Mode d'entrée :

Fichier standard

Rang de vision :

3

Nombre de lignes :

100

Nombre de colonnes :

100

Nombre de sites :

1

Nombre de faciès :

4

Aide

Trois modes d'entrée des données sont disponibles :

1. Fichier standard : les paramètres du fichier standard sont proposés. Ces paramètres peuvent être modifiés ;
2. Choix d'un fichier : choisissez un fichier au format .csv contenant des données valides ;
3. Saisie directe : saisissez les valeurs que vous souhaitez utiliser. Les valeurs standards sont proposées par défaut.

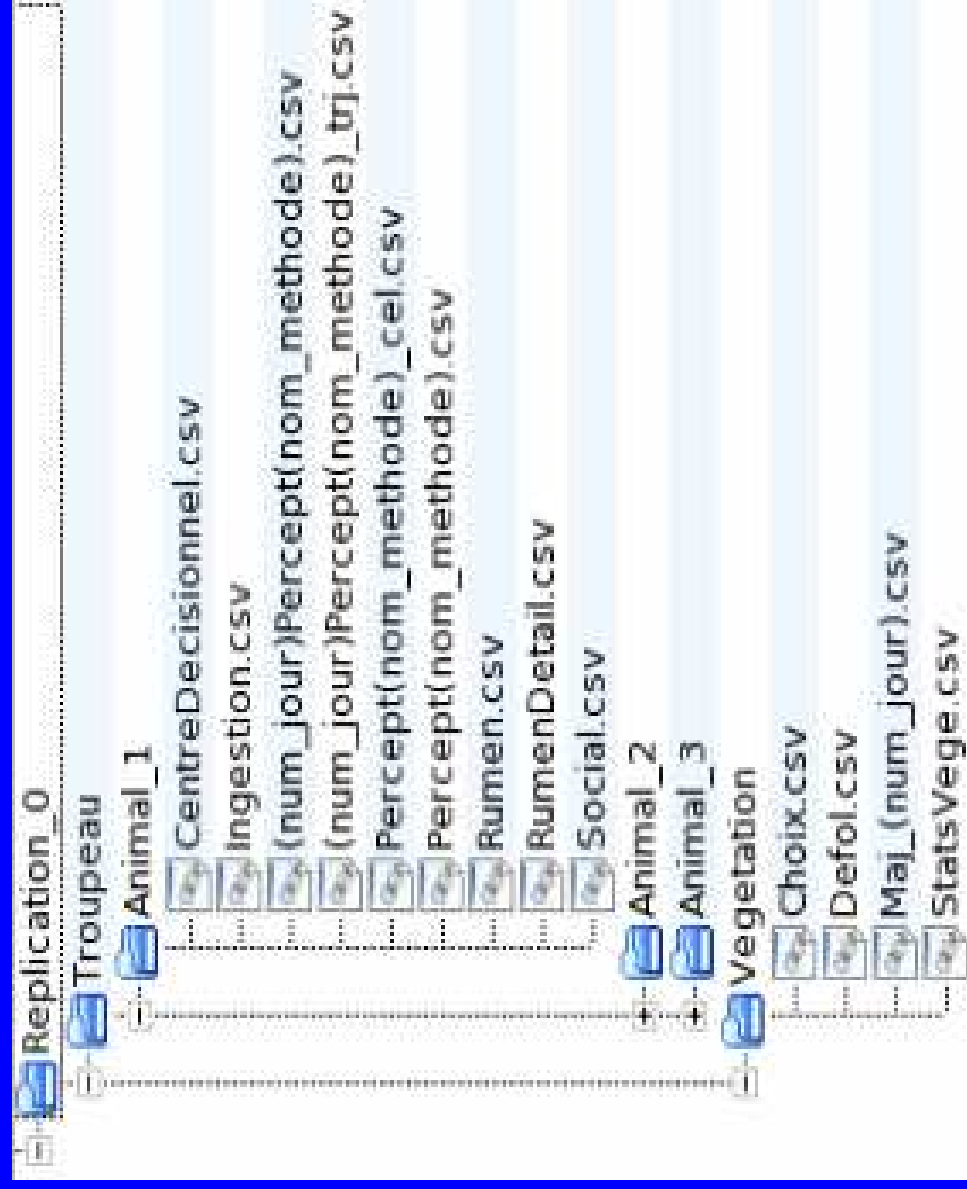
Précédent

Suivant

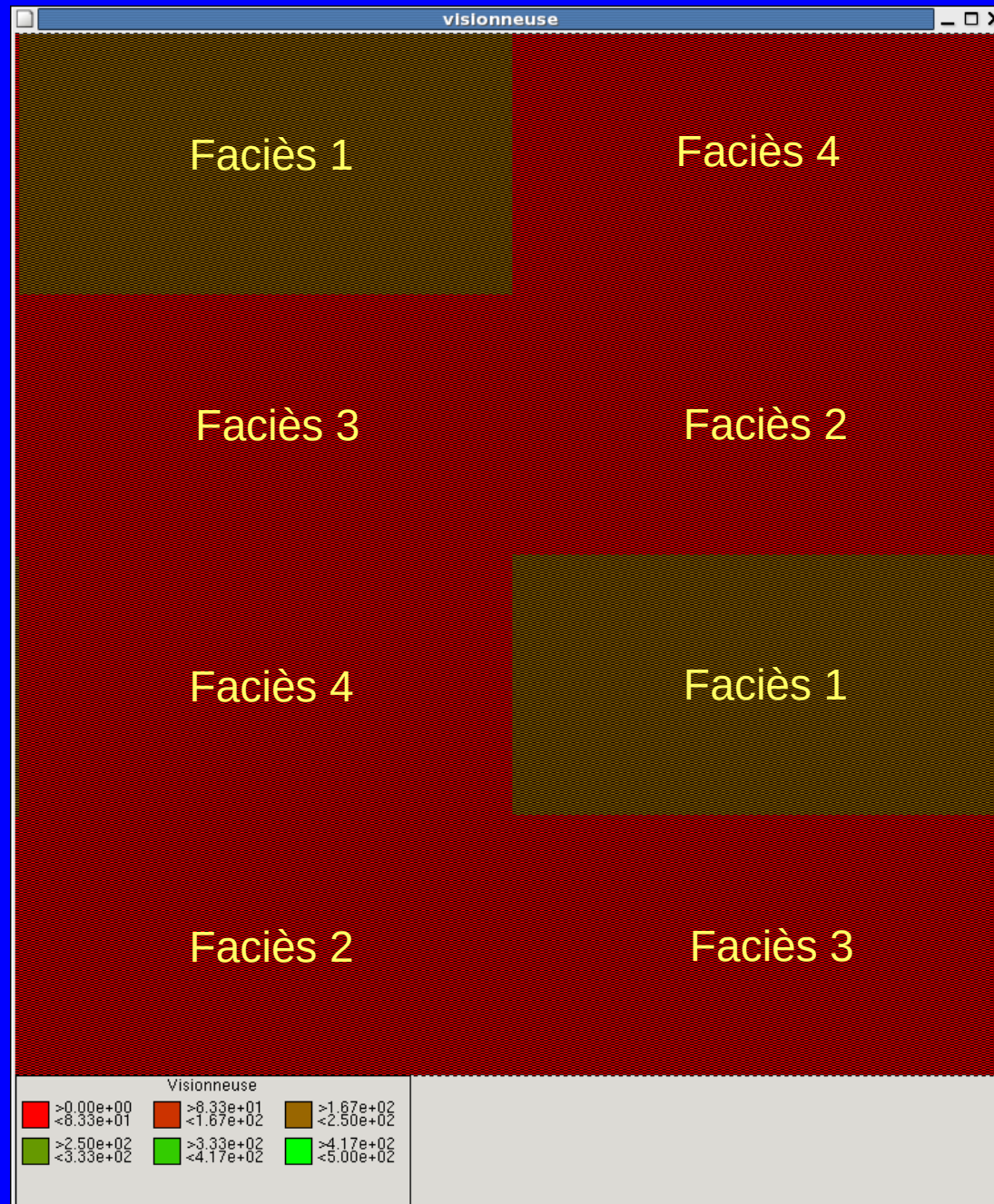
Lancer la simulation

Quitter

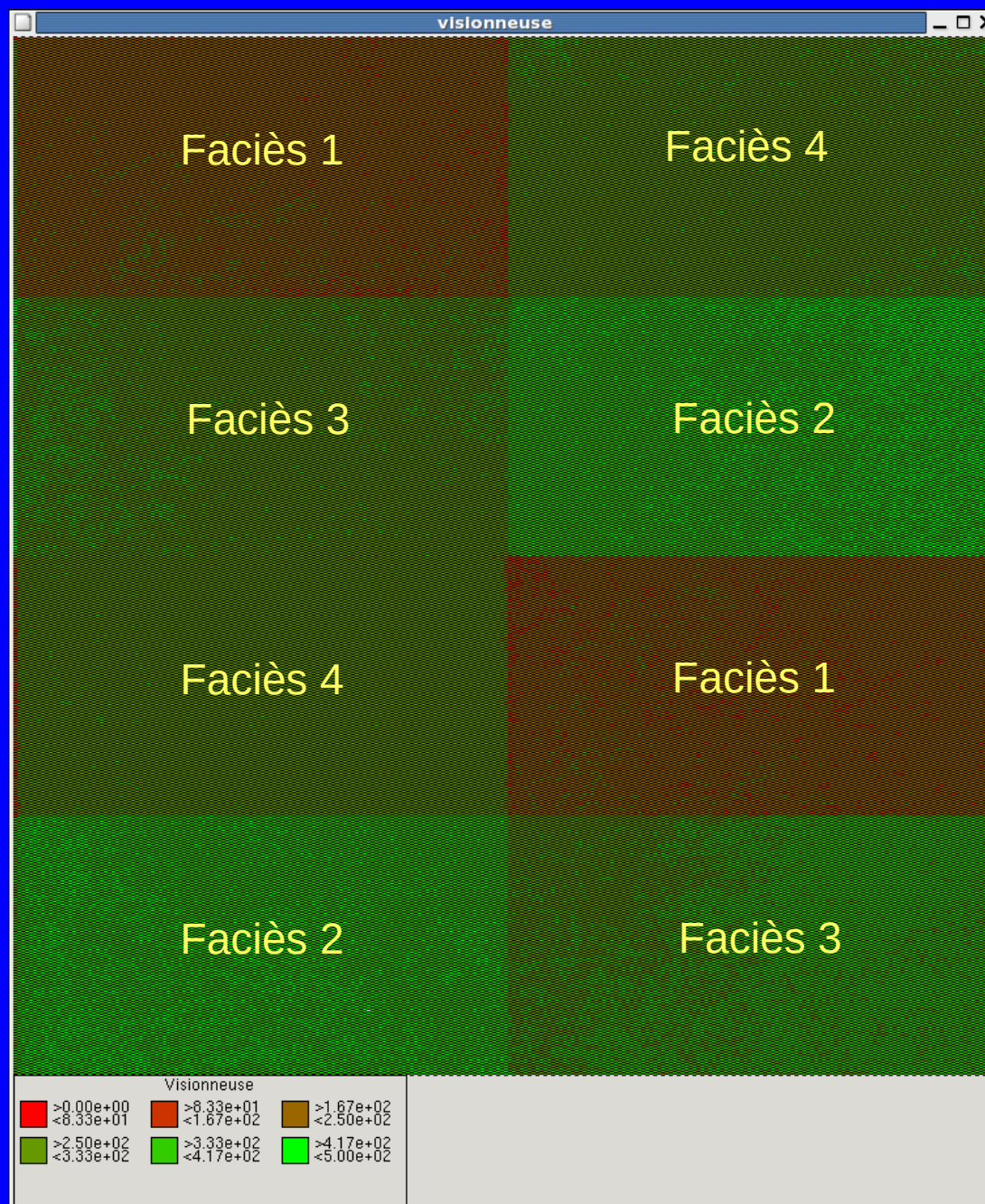
Les sorties



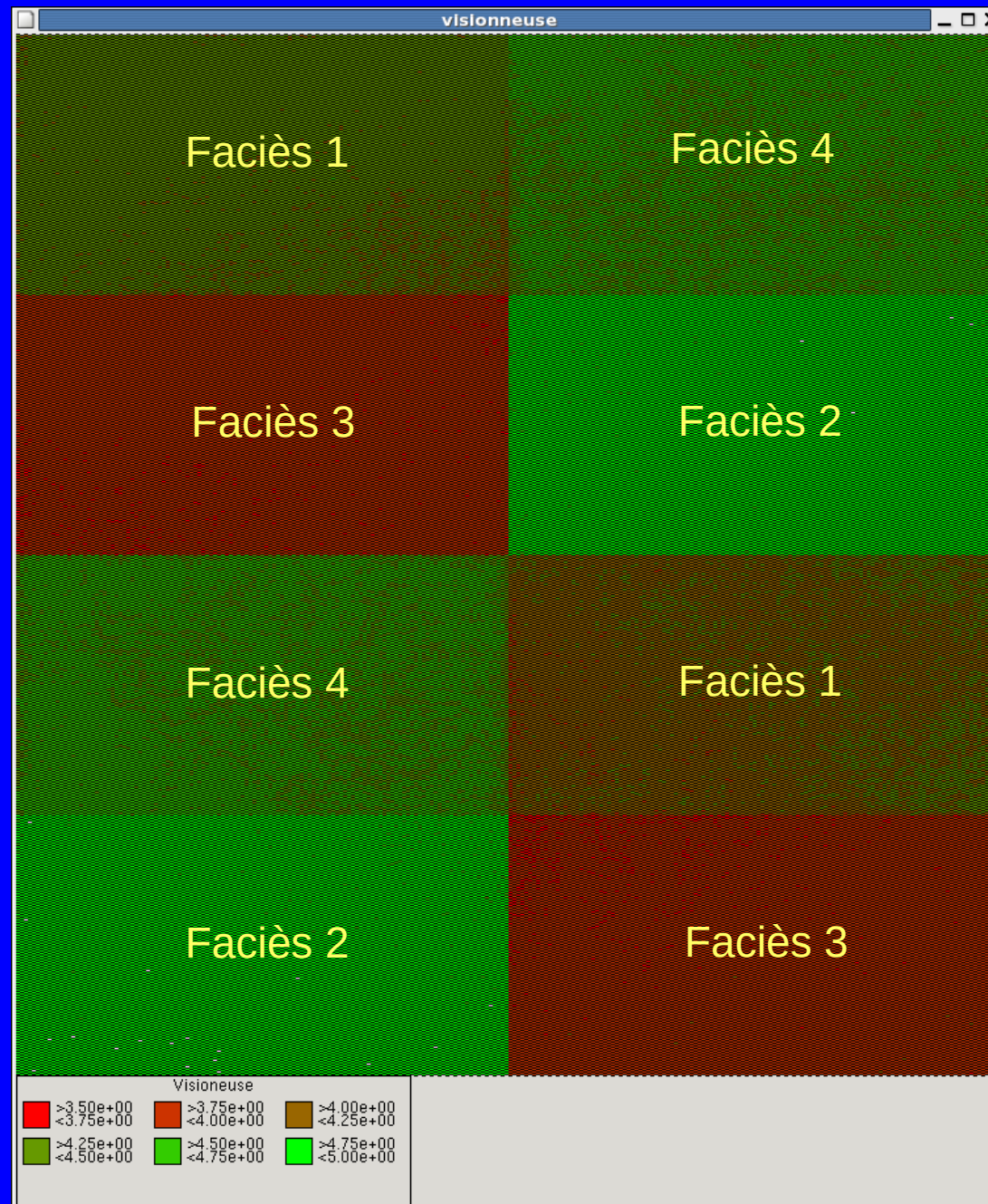
Init vv



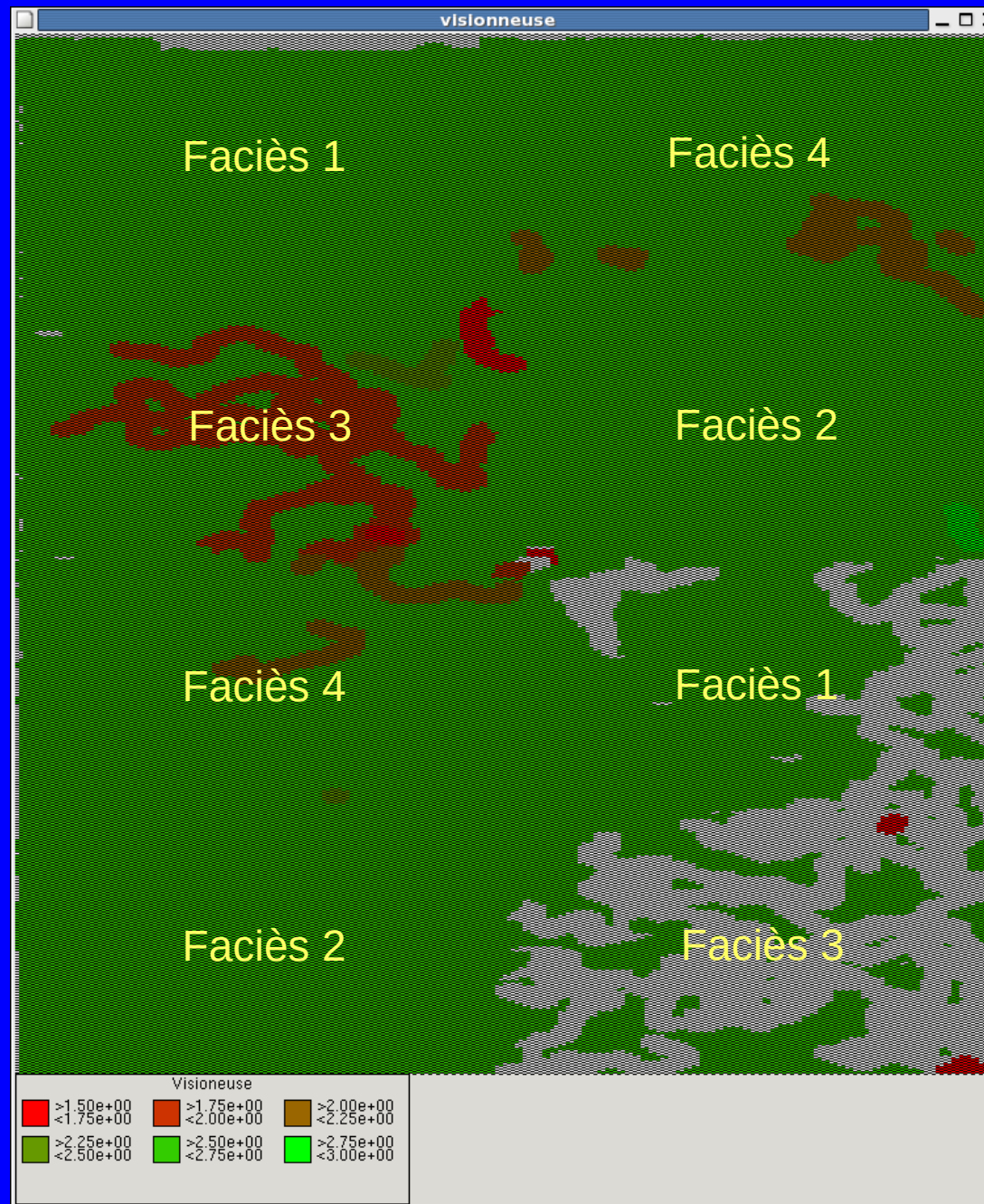
200 j vv



200 j perçu



200 j mémoire



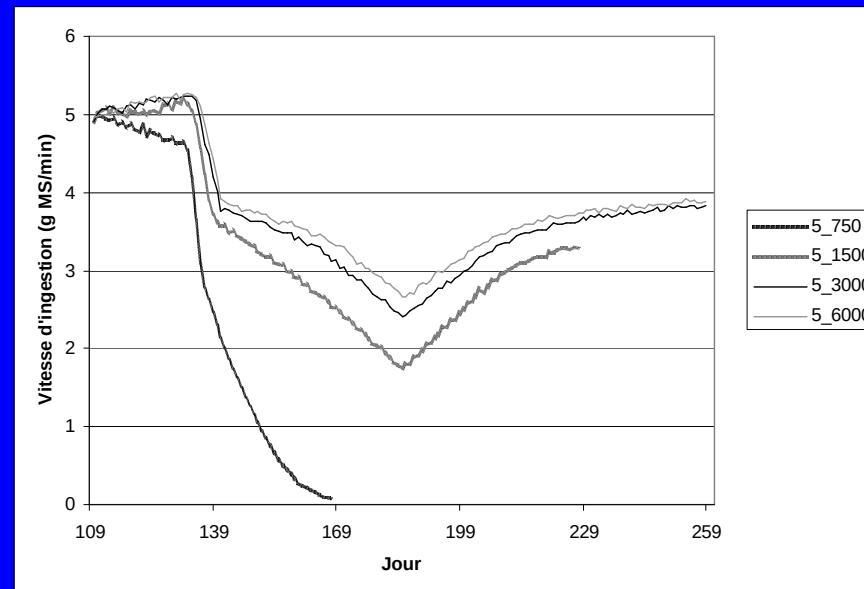
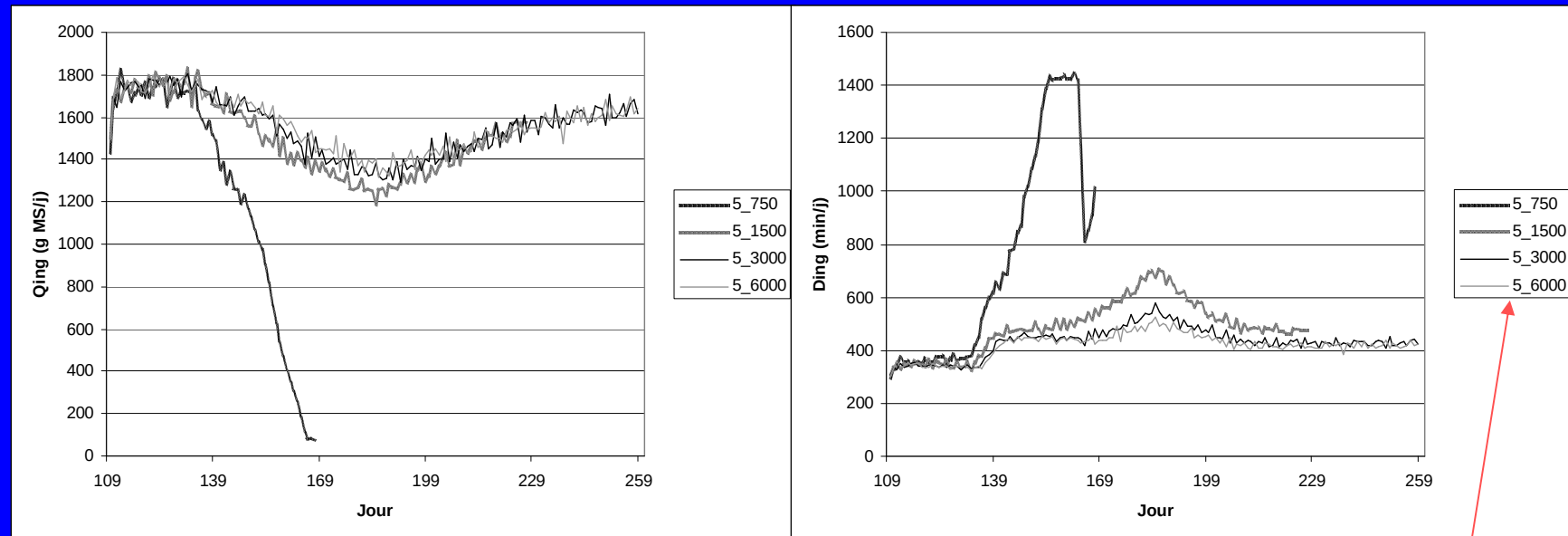
Analyse des sorties

Visuelle / statistique

Troupeau / animal / Leader

Parcelle / Faciès / site (végétation et mémoire)

Evolution de la moyenne des quantités ingérées par jour de chaque animal, de leurs durées d'ingestion et de leurs vitesses d'ingestion



Nb Animaux,
Nb m2

Le simulateur en bref

2000-2005

20.000 lignes de codes et de commentaires

Temps de simulation : 2h30 pour 10 animaux sur 1 hectare pendant un an
(1Go amd 3200+)

Fichiers en sorties : 9 Go pour la végétation, pour un animal sur 100 jour 180 Mo

3 équipes en collaboration

Interactions informaticiens / biologistes

Multi agents; multi modèles

Références

- P.Carrère, S. Schwinning and A.J. Parsons. 1997. A spatially explicit simulation of herbivore-sard interaction, in: Vth Research conference of the British Grassland Society (Newton-Abbot, Devon, Uk, 1997) 169-170.
- B. Dumont et D.R.C. Hill 2001. Multi-agent simulation of group foraging in sheep: effects of spatial memory, conspecific attraction and plot size, *Ecol. Model.* 141 (2001) 201-215.
- B. Dumont et D.R.C. Hill 2004. Spatially explicit models of group foraging by herbivores : What can agent based models offer ? *Anim. Res.* 53 (2004) 419-428.
- J. Ferber 2000, Multi-agent systems – An introduction to distributed artificial intelligence (Addison Wesley, Readind, MA, 1999)
- Force et al. 2002. Design of a multimodel of a dairy cows herd attacked by mastitis *Simulation Modelling Practice and Theory, Volume 10, Issue 8, 31 December 2002, Pages 543-554*
- Forrester, J. W. (1969) *Urban Dynamics*, MIT Press, Cambridge, MA.
- D.R.C. Hill 1996, Object Oriented analysis and simulation, Addison-Wesley.
- D.R.C. Hill, P. Coquillard, B. Garcia, M.K. Traore, C. Mazel and A.T. Campos, multimodeling and object oriented design patterns application to bio-control simulation, in *Proc. Arti. Int. Simul. Arizona* 219-228 2000
- Janssen 2002, complexity and ecosystem management : the theory and pactice of multi-agent systems, Edward Elgar Publishing, Inc.
- D. Sauvant, R. Baumont et P. Faverdin, Development of a mechanistic model of intake and chewing activities of sheep, *J. Anim. Sci.* 74 (1996) 2785-2802.