

Table des matières

Introduction	11
Arnaud BANOS, Christophe LANG et Nicolas MARILLEAU	
Chapitre 1. NetLogo, un environnement de simulation ouvert	13
Benoit GAUDOU, Christophe LANG, Nicolas MARILLEAU, Guilhelm SAVIN, Sébastien REY-COYREHOURCQ et Jean-Marc NICOD	
1.1. Introduction	13
1.1.1. Quelques extensions usuelles de NetLogo	14
1.1.2. Installer et utiliser une extension dans un modèle	15
1.2. Concevoir et développer une extension	16
1.2.1. Environnement pour la compilation des extensions	17
1.2.1.1. Avec Maven et Java	17
1.2.1.2. Avec SBT et Scala	18
1.2.2. Information sur la conversion de type entre NetLogo et Java/Scala	19
1.2.2.1. Java	19
1.2.2.2. Scala	19
1.2.3. Lecture commentée d'une extension exemple	20
1.2.4. Contenu minimal d'une extension	21
1.2.4.1. Manifest	21
1.2.4.2. Le ClassManager	21
1.2.5. Portrait d'une primitive	22
1.2.5.1. Afficher un message « Hello World »	23
1.2.5.2. Renvoyer la moyenne d'un tableau de taille variable	23
1.2.5.3. Construire et renvoyer un tableau de taille variable	25
1.2.6. L'API pour les prochaines versions de NetLogo	25
1.2.7. Etendre l'interface graphique	26
1.2.7.1. Liaison NetLogo/GraphStream	27

1.2.7.2. Création d'un nouvel onglet	29
1.2.8. Exemple de l'extension RungeKutta	30
1.3. Utiliser NetLogo à partir d'une autre plate-forme	31
1.3.1. Utiliser NetLogo depuis Java	32
1.3.2. Utiliser NetLogo depuis Python	35
1.3.3. Explorer et analyser un modèle avec R	37
1.3.4. Discussion	39
1.4. Déployer sur le <i>web</i> des modèles NetLogo	39
1.4.1. NetLogo Web	39
1.4.2. Modeling Commons	41
1.4.3. OpenABM	43
1.5. Conclusion	44

Chapitre 2. Modélisation multi-échelles : application au trafic routier 45

Arnaud BANOS, Nathalie CORSON, Christophe LANG, Nicolas MARILLEAU
et Patrick TAILLANDIER

2.1. Introduction	45
2.1.1. Couplage, multi-échelle et association de modèles	46
2.1.1.1. Couplage faible, fort ou intégratif	47
2.1.1.2. Assurer la cohérence temporelle	48
2.1.1.3. Assurer la cohérence des données	49
2.1.2. Trafic	50
2.2. Deux modèles à base d'agents : NaSch et Underwood	52
2.2.1. Le modèle NaSch	53
2.2.2. Le modèle de Underwood	55
2.2.2.1. Modèle Underwood-Random	56
2.2.2.2. Modèle Underwood-Forward	57
2.3. Un modèle à base d'équations LWR	58
2.3.1. Intégration numérique du modèle LWR	59
2.3.2. Calcul des débits entrants et sortants pour chaque section	60
2.4. Modèle de trafic hybride	63
2.4.1. Les véhicules	63
2.4.2. L'espace et le temps	64
2.5. Conclusion et perspectives	67

Chapitre 3. Modèle macro, modèle micro et couplage sur réseau 69

Arnaud BANOS, Nathalie CORSON, Eric DAUDÉ, Benoit GAUDOU
et Sébastien REY-COYREHOURCQ

3.1. Introduction	69
3.2. Description du modèle équationnel SIR	70

3.3. Modèle de propagation à base d'équations et à base d'agents :	
Epsim	71
3.3.1. Modèle SIR distribué et a-spatial	71
3.3.2. Modèle SIR distribué spatial avec interactions locales	72
3.3.3. Modèle distribué spatial avec voisinage local et contacts interindividuels explicites	73
3.3.4. Modèle SIR distribué, spatial et avec réseau d'interactions	74
3.4. Couplage de modèles SIR sur un réseau	77
3.5. Couplage de SIR sans changement d'échelle : modèle Métapop	78
3.5.1. Présentation du modèle Métapop	78
3.5.2. Intégration numérique d'un réseau de SIR couplés avec Runge-Kutta implémenté en NetLogo	79
3.5.3. Exemples de résultats	81
3.6. Couplage de SIR avec changement d'échelle : modèle MicMac	82
3.6.1. Présentation du modèle	82
3.6.2. Description générale du fonctionnement du couplage	83
3.6.3. Initialisation : calage du modèle	84
3.6.4. Utilisation de l'extension RK4 pour l'intégration numérique	85
3.6.5. Passage entre la partie continue et discrète du modèle	85
3.6.5.1. Passage du discret au continu	85
3.6.5.2. Passage du continu au discret : l'algorithme de loterie	85
3.6.6. Exemples de résultats	87
3.7. Conclusion et perspectives	88

Chapitre 4. Réticularité, réseaux et graphes dynamiques 89

Stefan BALEV, Antoine DUTOT et Demien OLIVIER

4.1. Introduction	89
4.1.1. Réseau, une notion floue, polysémique et parfois galvaudée	89
4.1.2. Du réel à la théorie	91
4.2. Les réseaux et graphes en NetLogo	93
4.2.1. Génération d'un graphe aléatoire	94
4.2.2. Recherche de la plus grande composante connexe	96
4.2.3. Recherche d'un plus court chemin	98
4.2.4. Mesure de modularité	105
4.2.5. Communautés	112

Chapitre 5. Résolution de problèmes en essaim 117

Antoine DUTOT et Damien OLIVIER

5.1. Introduction	117
5.2. Approches collectives	118
5.2.1. Intelligence en essaim, intelligence collective	118
5.2.2. Interactions, auto-organisation et stigmergie	120
5.3. Tri collectif	121
5.3.1. Comportement d'une fourmi	123

5.3.2. Analyse du modèle	125
5.4. Du recrutement alimentaire au chemin le plus court	126
5.4.1. Du modèle naturel au modèle artificiel	128
5.4.1.1. Le code NetLogo	129
5.4.1.2. Introduction de perturbation	134
5.4.2. Le problème du voyageur de commerce et Ant System	135
5.4.2.1. Ant System	138
5.4.2.2. Le code NetLogo	139
5.5. Dressein d'essaims	144
5.5.1. Modèle de base	148
5.5.1.1. Modèle	149
5.5.1.2. Première implantation	150
5.5.1.3. Résultats	156
5.5.2. Modèle avec interactions locales	157
5.5.3. Applications et discussion	162
5.5.3.1. Charger les données SIG	162
5.5.3.2. Utiliser PSO sur les données SIG	164
5.6. Conclusion	166

Chapitre 6. Exploration de modèles complexes dans NetLogo . . . 169

Sébastien REY-COYREHOURCQ, Nicolas MARILLEAU, Arnaud BANOS
et Philippe CAILLOU

6.1. Introduction	169
6.2. Modèles et simulateurs complexes	170
6.2.1. Caractéristiques des simulateurs complexes	170
6.2.2. Résolution inverse par exploration, une nécessité	171
6.2.3. Le calcul haute performance dans la simulation	173
6.2.4. Le modèle fil rouge : NetLogo Ants	175
6.2.5. Calibrer un modèle par optimisation	176
6.2.6. Formuler des objectifs pour le modèle Ants	177
6.2.7. Adapter le modèle NetLogo Ants pour un usage par un optimiseur	178
6.2.8. Choix d'un optimiseur, les algorithmes évolutionnaires (AE)	181
6.3. Utiliser NetLogo avec OpenMOLE	184
6.3.1. Présentation de la plateforme OpenMOLE	184
6.3.2. Un <i>workflow</i> pour tester les effets de la stochasticité	186
6.3.3. <i>Workflow</i> pour un calibrage avec EA	191
6.4. Analyse et interprétation des résultats	193
6.4.1. Outils d'analyse	193
6.4.2. Choix des graphiques	194
6.4.3. Interprétation des résultats	195
6.5. Conclusion	200

Conclusion	201
Arnaud BANOS, Christophe LANG et Nicolas MARILLEAU	
Bibliographie	203
Liste des auteurs	211
Index	213
Sommaire de Simulation spatiale à base d'agents avec NetLogo 1	215