

Sujets de projet

Pour ce projet vous travaillerez en binôme.

Quatre sujets vous sont proposés :

1. Propagation du bâillement dans la porcherie
2. Propagation d'un feu de forêt
3. Proie – Prédateur
4. Rotation des cultures

Pour chacun de ces sujets, nous vous demandons de modéliser une situation initiale puis l'évolution de la situation, en utilisant les outils de programmation orientée objet enseignés la première semaine du module. Il est également demandé de montrer cette évolution à l'aide d'une interface graphique. L'évaluation portera sur deux aspects : le code rendu et une courte présentation orale (10mn) de votre projet, avec un temps de parole équitablement réparti au sein du binôme. La présentation devra être d'autant plus claire que les examinateurs ne poseront aucune question. Votre présentation devra contenir une démonstration de votre réalisation et l'explication de deux aspects de votre code source.

Vos codes source seront à rendre par l'intermédiaire de la plateforme eCampus. Vous devrez également rendre un document synthétique correspondant à un manuel utilisateur c'est-à-dire expliquant comment vous avez modélisé le problème, quelles sont les fonctionnalités développées et comment réaliser de nouvelles simulations.

Sujet 1 : Propagation du bâillement chez le porc

Si le bâillement spontané est un phénomène ancien chez les vertébrés, le bâillement contagieux n'est apparu que chez des espèces avec un comportement social très évolué et pourrait refléter une connexion émotionnelle entre les individus. Ce phénomène a été étudié chez le cochon domestique dans l'étude suivante.

[https://www.nature.com/articles/s41598-020-80545-1?](https://www.nature.com/articles/s41598-020-80545-1?fbclid=IwAR2PwFyFIz9o8hrRO6SGIxeInnif24whe6BfEbKqUU6v1VHaZrPVPbHeSA)

[fbclid=IwAR2PwFyFIz9o8hrRO6SGIxeInnif24whe6BfEbKqUU6v1VHaZrPVPbHeSA](https://www.nature.com/articles/s41598-020-80545-1?fbclid=IwAR2PwFyFIz9o8hrRO6SGIxeInnif24whe6BfEbKqUU6v1VHaZrPVPbHeSA)

Nous vous proposons ici, en vous appuyant sur les résultats de cette étude de modéliser la propagation du bâillement au sein d'une porcherie.

Les principaux facteurs influençant la propagation du bâillement sont : le sexe de l'animal, son âge, la distance entre deux individus, l'appartenance à une même fratrie.

Nous vous proposons de modéliser la propagation du bâillement en vous basant sur les règles suivantes :

1. Si l'individu qui bâille est un mâle, la probabilité que les individus autour de lui se mettent à bâiller est de 40 %. En revanche, si l'individu est une femelle, la probabilité de transmettre le bâillement est de 28 %.
2. La fréquence de contagion à des individus à moins de 1m de l'émetteur du bâillement est de 65 %. Entre 1 et 10m, la fréquence de contagion est de 20 %, au-delà de 10m, cette fréquence est de 25 %.
3. La réponse médiane associée à l'âge de l'individu qui répond au bâillement pourra également être implémentée (cf figure 6b de l'article)

age	9	10	11	12	13	14	15	16	18	19	20	21	22
Frequence	52 %	5 %	10 %	15 %	45 %	40 %	20 %	13 %	80 %	82 %	68 %	25 %	60 %
réponse													

Ainsi, par exemple, si un cochon mâle bâille et qu'un cochon de 13 est à moins de 1m, alors $p(\text{transmis}) = 0,4 * 0,65 * 0,45 = 11,7 \%$

Plusieurs cochons peuvent bâiller en même temps de façon indépendante. Les bâillements de plusieurs individus ont un effet qui s'additionne sur les cochons qui ne bâillent pas. Plusieurs bâillements indépendants peuvent arriver dans l'élevage.

Afin de simplifier la modélisation, nous choisissons de ne pas prendre en compte la notion de fratrie et d'ajouter les règles suivantes : si un cochon a bâillé au temps n , il ne peut plus bâiller pendant 3 pas de temps ($n+1$, $n+2$, $n+3$). Également, une source qui est émettrice au temps n (i.e. qui bâille au temps n), ne l'est plus au temps $n+1$. Et un récepteur au temps n (cochon qui se met à bâiller) ne devient émetteur qu'au temps $n+1$.

Au delà de cette propagation du bâillement, les cochons ne sont pas immobiles. En effet, ils peuvent se déplacer aléatoirement de 1m (direction horizontale ou verticale). Deux cochons ne peuvent pas être à la même position.

La partie du projet décrite au-dessus, correspond à la base du projet, qui doit être modélisée telle que décrite. Cependant ce projet laisse place à une certaine originalité, aussi vous pouvez choisir d'ajouter des règles supplémentaires dès lors qu'elles n'entrent pas en contradiction avec celles qui ont été énoncées ci-dessus. Par exemple, il est possible d'ajouter une notion d'âge : toutes les 30

itérations, les cochons peuvent prendre un mois d'âge supplémentaire. Lorsqu'un cochon atteint 23mois, s'il a dans son entourage un cochon de sexe opposé, il se reproduit puis sort de l'élevage. S'il est entouré de cochon du même sexe, alors il est retiré de l'élevage sans se reproduire. Un autre exemple serait que les cochons les plus jeunes cherchent à être proches d'un cochon plus âgé pour se rassurer (ce qui influera forcément sur la propagation du bâillement).

La modélisation peut également être enrichie, en proposant différentes conditions d'initialisation (taille de la porcherie, nombre de cochons initiaux, nombre d'émetteurs initiaux et d'émetteurs spontanés au cours de la modélisation).

Sujet 2 : Propagation d'un feu de forêt :

Le massif forestier des Landes est une forêt cultivée plantée au 19^e siècle en vue d'assainir et de développer la Gascogne. Son impact socio-économique, mais également écologique est considérable pour l'Aquitaine (C.A. de la filière bois : 260 millions d'euros). Le pendant négatif du fait que cette forêt est artificielle consiste en le manque de moyens pour protéger ce patrimoine forestier des incendies.

Nous vous proposons ici de modéliser la propagation d'un feu de forêt et sa maîtrise éventuelle par l'homme.

9 départs d'incendie sur 10 sont d'origine humaine. Sur ces 9/10^e de départ d'origine humaine, près de la moitié sont des actes de malveillance. Les périodes printanières et estivales présentant des températures plus élevées et une végétation plus sèche, augmente le risque de départ d'incendie. La densité arboricole également. Il est ici proposé de modéliser des départs de feux naturels et d'origine humaine.

Un départ de feu ne peut se faire que si la teneur en eau de la parcelle est suffisamment faible :

Teneur en eau	>50 %	30 % < TE < 50 %	15 % < TE < 30 %	7 % < TE < 15 %	< 7 %
Probabilité que la parcelle prenne feu	nulle	Faible < 20 %	Modérée 20 % à 50 %	élevée 50 % à 80 %	extrême > 80 %

N.B. : Si les qualificatifs de probabilité de déclenchement d'un incendie sur une parcelle proviennent d'une source fiable (www.mediaforest.net) les pourcentages alloués sont arbitraires pour les besoins du projet. Ainsi, il est possible de les modifier pour les besoins de votre projet, dès lors que cela correspond approximativement aux qualificatifs renseignés.

Une fois qu'une parcelle a pris feu au temps n , on considère que cette parcelle est émettrice au temps $n+1$. Cela signifie que depuis cette parcelle, il peut y avoir une propagation initiale. La propagation du feu suit les règles suivantes :

Teneur en eau	>50 %	30 % < TE < 50 %	15 % < TE < 30 %	7 % < TE < 15 %	< 7 %
Proba de propagation avec une vitesse du vent à 10m de 0 à 20km/h	Faible < 20 %	Faible < 20 %	Faible < 20 %	modérée 50 % à 80 %	Modérée 20 % à 50 %
Proba de propagation avec une vitesse du vent à 10m de 20 à 40km/h	Modérée 20 % à 50 %	Modérée 20 % à 50 %	élevée 50 % à 80 %	élevée 50 % à 80 %	extrême > 80 %
Proba de propagation	élevée 50 % à	élevée 50 % à 80 %	élevée 50 % à 80 %	extrême > 80 %	extrême > 80 %

avec une vitesse du vent à 10m plus de 40km/h	80 %					
---	------	--	--	--	--	--

N.B. : Si les qualificatifs de probabilité de propagation initiale d'un incendie sur une parcelle proviennent d'une source fiable (www.mediaforest.net) les pourcentages alloués sont arbitraires pour les besoins du projet. Ainsi, il est possible de les modifier pour les besoins de votre projet, dès lors que cela correspond approximativement aux qualificatifs renseignés.

Selon la saison et le mois, la plage horaire de risque d'incendie est plus ou moins étendue :

	9h	10h	11h	12h	13h	14h	15h	16h	17h	18h	19h	20h-21h
MARS	M	E	E	EX	EX	EX	EX	EX	EX	EX		
AVRIL	M	E	EX	EX	EX	EX	EX	EX	EX	EX	EX,E	
MAI	F,M	E	EX	EX	EX	EX	EX	EX	EX	EX	EX,E	
JUIN	EX	EX	EX	EX	EX	EX	EX	EX	EX	EX	EX,E	
JUILLET	E	E	E	EX	EX	EX	EX	EX	EX	EX	EX	E
AOUT	E	E	E	EX	EX	EX	EX	EX	EX	EX	EX	E
SEPT.	M	E	EX	EX	EX	EX	EX	EX	EX	EX	EX,E	
OCT.	F	F,M	M,E	E	E	E	E	E	E	E	E,M	
NOV.		F	F	F	F	F	M	M	M			

F = Faible (<20%) ; M = Moyen (20 à 50%) ; E = Élevé (50 à 80%); EX = Extrême (>80%)

Il sera donc possible de prendre cette donnée temporelle en compte dans la propagation du feu.

Il existe cependant des moyens permettant de réduire le risque de propagation d'incendie, comme par exemple l'ajout de barrière coupe-feu, ou encore l'extinction de feu à l'aide d'eau. L'eau peut être supplémentée en mouillant ou en moussant pour maximiser son pouvoir extincteur.

Les cinq moyens à notre disposition pour éteindre le feu sur une parcelle sont donc :

1. la barrière pare-feu : la largeur d'un pare-feu doit être égale à 1,5 fois la hauteur des flammes pour que les radiations thermiques ne transmettent pas le feu de part et d'autre de la coupure de combustible. Nous simplifierons ici en considérant qu'un pare-feu fait la taille de 2 parcelles. Nous considérerons également que 2 pare-feux de la taille de une parcelle espacés d'une parcelle de haies darbres sont plus efficaces qu'un seul pare-feu de deux 2 parcelles. Un pare-feu n'éteint pas le feu, il contrôle sa trajectoire.
2. des lances à incendie d'eau. Celles-ci peuvent être disposées n'importe où On considèrera arbitrairement que l'efficacité (i.e. extinction du feu sur la parcelle arrosée) de la lance à incendie d'eau est de 50 % en cas de vent faible, 30 % pour un vent de 20 à 40km/h, de 20 % en cas de vent supérieur à 40km/h.

3. des lances à incendie d'eau + mouillant (multiplie par 2 ou 3 le pouvoir extincteur de l'eau pour une concentration de 2/1000)
4. des lances à incendie spécifique - eau + moussant : en arrosage sur la périphérie des feux (bande de 4m de large) de façon à éviter les reprises et faciliter la garde du feu ; en attaque indirecte pour traiter le feu sur des points d'appuis ou pare-feu chimiques. Ces lances à incendie ne pourront être placées qu'à proximité d'un pare-feu ou en bordure de forêt.
5. Intervention de pompiers sur les parcelles en périphérie de l'incendie. Les pompiers peuvent avoir à disposition les moyens 2. et 3.

Plusieurs départs de feu peuvent avoir lieu de façon indépendante, à plusieurs moments durant la modélisation.

Il sera intéressant de noter le nombre de parcelles brûlées, le nombre de parcelles non brûlées, si le feu a pu être maîtrisé à l'instant t ou non.

La partie du projet décrite au-dessus, correspond à la base du projet, qui doit être modélisée telle que décrite. Cependant ce projet laisse place à une certaine originalité, aussi vous pouvez choisir d'ajouter des règles supplémentaires dès lors qu'elles n'entrent pas en contradiction avec celles qui ont été énoncées ci-dessus. Par exemple, une parcelle brûlée peut redevenir boisée au bout de X itérations.

Il est possible de tester plusieurs situations initiales (changer la taille de la forêt et le nombre de moyens mis en œuvre).

Sujet 3 : Proie-Prédateur :

RQ : une idée peut-être rigolote pour celui-là c'est l'entraide renard et je ne sais plus quoi ...
<https://www.nationalgeographic.fr/animaux/2020/02/le-coyote-et-le-blaireau-une-amitie-qui-fascine-les-scientifiques>

Pareil, trouver un sujet intéressant (soit celui d'écologie des pops de 1A, soit un sujet cool).

Nombre de prédateurs : x

nombre de proies : y

nombre de haies : z

taille de la parcelle : $N \times M$

Étant donné une prairie contenant z haies dans laquelle se déplacent x prédateurs et y proies. Les proies peuvent se protéger des prédateurs en se cachant derrière une haie.

Les prédateurs se déplacent au temps n et les proies au temps $n+1$. Les prédateurs peuvent se déplacer horizontalement, verticalement et en diagonale de 1 à 5 unités de distance. En revanche, les proies ne peuvent se déplacer que verticalement et horizontalement de 1 à 3 unités de distance. Les proies sont attirées par les haies qui se trouvent jusqu'à 4 unités de distance d'elles.

Selon la distance entre la proie et le prédateur, la probabilité de capture n'est pas la même.

Distance proie - prédateur (m)	1	2	3	4	5	6	7	8	9+	15+
Probabilité de capture	50 %	45 %	40 %	35 %	30 %	25 %	20 %	7 %	3 %	0 %

Si une haie se trouve sur la trajectoire entre la proie et le prédateur, alors la probabilité que le prédateur détecte la proie diminue de 20 % (ou devient nulle si la proie est à plus de 7m de distance du prédateur).

Si le prédateur a capturé une proie, il se retrouve à la position de la proie, et ne capture pas d'autres proies pendant 12h. Il passe alors à l'état de prédateur repus pour 3 itérations.

S'il rate sa proie alors il se retrouve dans le voisinage de la proie (+1 ou -1 en abscisse et/ou en ordonnée de la position de la proie).

Le programme s'arrête alors soit lorsque toutes les proies ont été dévorées, soit lorsque l'utilisateur décide d'arrêter le programme. A la fin, le programme doit renseigner le nombre de proies restantes ainsi que le nombre de prédateur actif, et le nombre de prédateur au repos, ainsi que le temps de modélisation en jours.

La partie du projet décrite au-dessus, correspond à la base du projet, qui doit être modélisée telle que décrite. Cependant ce projet laisse place à une certaine originalité, aussi vous pouvez choisir d'ajouter des règles supplémentaires dès lors qu'elles n'entrent pas en contradiction avec celles qui ont été énoncées ci-dessus. Par exemple, le prédateur peut être attiré par des proies isolées ou au contraire par des troupes. On peut rajouter de la reproduction chez les proies et chez les prédateurs. Également, on peut considérer qu'un prédateur qui n'a rien attrapé en 10 itérations meurt de faim.

Différentes modélisations avec des conditions initiales variables peuvent être envisagées.

Rotation des cultures :

L'entreprise permut'culture propose de prendre en charge la gestion des rotations des cultures sur toute une zone géographique, afin de permettre au sol de se régénérer, et d'être exploitée de façon variée, tout en optimisant le passage des engins agricoles. Ainsi, une parcelle qui a été exploitée pendant un an pour des plantes à racines de surface, ici du maïs, sera ensuite exploitée pendant un an avec des plantes à racines profondes, ici du blé, puis sera mise en jachère pendant 1 an.

Cependant, afin de faciliter le passage des machines agricoles, il est considéré que ce cycle peut être perturbé en fonction des parcelles présentes sur la même ligne ou la même colonne.. Ces parcelles sont donc au maximum 4 autour d'une parcelle donnée. Nous les appellerons parcelles influentes.

Cas 1 : Si autour de cette parcelle X, 75 % des parcelles influentes contiennent du blé, et que la parcelle X contient du maïs, alors elle sera changée en terre de jachère, puis de nouveau en parcelle de maïs (pour s'inscrire dans le même cycle que ses voisines).

Cas 2 : Si la parcelle X est en jachère l'année n, entourée de 75 % de blé, alors elle reste en jachère au tour suivant n+1, puis se transformera en parcelle de maïs au tour n+2.

Cas 3 : si 75 % des plantations influentes autour de la parcelle X sont du maïs alors que X est une parcelle de blé l'année n, alors X sera transformée en jachère deux ans d'affilée (année n+1 et année n+2), pour se réinscrire dans le même cycle que les autres plantations autour, qui elles seront des parcelles de blé l'année n+1 puis en jachère l'année n+2.

Cas 4 : si 75 % des plantations influentes autour de la parcelle X sont des parcelles de maïs, alors que X est en jachère, X se transforme en parcelle de blé l'année n+1, puis en jachère l'année n+2.

Cas 5 : si 75 % des plantations influentes autour de la parcelle X sont des plantations de blé, alors que X est en jachère, X reste en jachère l'année n+1, puis devient une parcelle de maïs l'année n+2.

Les parcelles de maïs ne peuvent pas représenter plus de 40 % des parcelles, ni moins de 20 %. Il en va de même pour les parcelles de blé. Les terres en jachère doivent représenter au minimum 30 % du nombre total de parcelles. Les groupes de terres en jachère peuvent servir à réajuster les pourcentages de terres cultivées.

Si la réorganisation des parcelles ne respecte pas ces quotas au tour n, alors des réarrangements sont à prévoir. S'il manque de parcelles de maïs ou de blé, des groupes parcelles qui étaient en jachère au tour n-1 seront semées de sorte à ce que la borne inférieure soit respectée. Si le nombre de parcelles excéderait celui qui est autorisé l'année n+1, alors les parcelles sont transformées en terres de jachère l'année n+1.

Exemple concernant la réorganisation des terres agricoles:

année N	année N+1	année N+2
SPJ	JJ ?	PS ?
SSP	JJJ	PSS

PPP

JJJ

PSP

P : racines profondes (blé)

S : racines de surfaces (maïs)

J : en jachère

Année N+1 : la terre en jachère peut se transformer de différentes façon en fonction de ses voisins (soit devenir du blé soit jachère, soit du maïs).

L'ordre de priorité des règles :

1. Une terre cultivée avec des racines profondes l'année N est mise en jachère l'année N+1
2. La répartition globale des 3 types de culture à chaque tour
3. La réorganisation des parcelles pour avoir des blocs de cultures identiques pour les machines agricoles.

Le but final est d'avoir 3 grands espaces avec le même type de culture. Le programme devra renseigner le temps qu'il aura mis pour obtenir un système stable.

La partie du projet décrite au-dessus, correspond à la base du projet, qui doit être modélisée telle que décrite. Cependant ce projet laisse place à une certaine originalité, aussi vous pouvez choisir d'ajouter des règles supplémentaires dès lors qu'elles n'entrent pas en contradiction avec celles qui ont été énoncées ci-dessus. Par exemple, vous pouvez choisir d'ajouter des cultures supplémentaires (plusieurs types de racines profondes, plusieurs types de racines de surface), des modélisations avec différentes conditions initiales, de modifier les paramètres numériques proposés (proportions de terre en culture et en jachère), ou encore proposer des outils d'analyse de la performance de votre modélisation.