

Commentaires de Lena
le 2 22/12/2017
Intégré

Chapitre 3

Paramétrer un modèle dans un contexte de co-construction interdisciplinaire

Version 2017-12-21

Le modèle, tel qu'il a été présenté dans le chapitre précédent était un « état », c'est-à-dire que les mécanismes, paramètres et les valeurs de ceux-ci correspondent à une étape d'un modèle amené à évoluer pour répondre aux problèmes soulevés dans la dernière partie (Ref dernière section chap 2). Dans ce chapitre, nous nous attacherons à présenter le travail de paramétrage réalisé à la suite, ayant abouti à une version plus adaptée aux questions des thématiciens. Le descriptif technique de cette version « finale » se trouve dans l'annexe *n* (Ref à l'annexe contenant le descriptif technique de la dernière version du modèle.) Par paramétrage, nous entendons ici le processus visant à doter le modèle de paramètres (empiriques, « commensurables » et techniques (3.2)) lui permettant de mieux convenir aux objectifs fixés, soient-ils en terme de comportements attendus ou d'objectifs quantitatifs. Nous nous attacherons dans un premier temps à expliciter et spécifier ce sens.

3.1 Paramétrer ? Quoi et quand ?

Avant de préciser le sens du terme « paramétrage », il semble important de définir précisément ce qu'est un paramètre. C'est en particulier nécessaire en ce que ce terme recouvre de nombreux sens selon les champs disciplinaires qui l'emploient, mais aussi, au sein même de ceux-ci, par les différents chercheurs.

Au plus général, le nouveau petit Robert définit un paramètre en ces mots :

- « 1. MATH. Quantité à fixer librement, maintenue constante, dont dépend une fonction de variables indépendantes, une équation ou une expression mathématique. — Variable en fonction de laquelle on exprime chacune des variables d'une équation.
2. FIG. et DIDACT. Élément important dont la connaissance explicite les caractéristiques essentielles de l'ensemble d'une question.
3. PAR EXT. Élément nécessaire pour juger, évaluer, comprendre (qqch.). »

(ROBERT, REY-DEBOVE et REY 1993, Paramètre)

Seule la première définition correspond, à grands traits, à ce que l'on attend ici, mais elle est très généraliste, bien que ne correspondant pas pour autant à tous les usages du terme employés dans la littérature.

L'acceptation mathématiques d'un paramètre est sans doute celle qui souffre le moins d'ambiguïté : il s'agit des termes fixes d'une équation simple, par opposition aux variables qui en constituent les éléments qui seront amenés à évoluer. Par exemple, dans la formulation d'une fonction affine, $f(x) = ax + b$, la valeur de $f(x)$ dépend de la variable x et des paramètres fixés a et b . Quelles que soient les valeurs empruntées par x , ces paramètres demeurent constants. Dans une famille d'équations plus complexes, par exemple le modèle de croissance logistique de population¹, l'accroissement de population au cours du temps ($\frac{dy}{dt}$) dépend de la valeur de la variable y , population à cet instant, ainsi que de deux paramètres, α , le taux de croissance, et K , la « capacité d'accueil », c'est-à-dire un potentiel maximum de population vers laquelle tend – et ne peut donc dépasser – le système modélisé. La définition mathématique est donc assez universelle et convient à la quasi-totalité des systèmes d'équations². Il convient toutefois de noter que la différence entre variable et paramètre est une affaire de point de vue, une inversion de perspective menant à échanger les paramètres et variables, tel que décrit dans l'exemple suivant :

« For the function $f(x) = ax^2 + bx + c$, could we learn something by leaving the expression in terms of the symbols a , b , and c and seeing how $f(x)$ depends on the parameters? Maybe we could fix $x = 2$ and look how $f(2)$ changes as we let a vary.

If we do such manipulations and look at how the output of a function depends on varying a parameter, then we are treating the function as though the parameter were a input variable. But that's OK, as the difference between variables and parameters is really just a matter of perspective. »

(NYKAMP 2015a)

On peut donc en retenir qu'en mathématiques, ce qui différencie la variable du paramètre est l'aspect fixe de ce dernier, au moins pendant la durée d'exécution d'une fonction :

« A parameter is a quantity that influences the output or behavior of a mathematical object but is viewed as being held constant. [...] Variables are viewed as changing while parameters typically either don't change or change more slowly. »

(NYKAMP 2015b)

On propose donc une définition sans doute plus spécifique que celle du nouveau petit Robert, mais aussi plus tournée vers l'usage : un paramètre est une variable maintenue constante durant l'ensemble de l'utilisation d'une fonction.

En statistiques, quand bien même cette discipline fait un large usage des formalismes mathématiques, les paramètres recouvrent un ensemble assez différent : il s'agit d'une « grandeur mesurable qui permet de présenter

1. $\frac{dy}{dt} = \alpha y \times (1 - \frac{y}{K})$ d'après (VERHULST 1838)

2. A l'exclusion notable des systèmes d'équation paramétriques, où, à l'inverse, le terme de paramètre désigne alors les variables indépendantes.

de façon plus simple, plus abrégée les caractéristiques essentielles d'un ensemble statistique. » (IMBS et QUEMADA 1992, Paramètre, STAT. (calcul des probabilités)) Ainsi, pour les statisticiens, la moyenne, l'écart-type ou encore le coefficient d'asymétrie sont des paramètres. On peut toutefois y retrouver une logique commune avec les paramètres mathématiques quand on décrit une loi statistique avec ces valeurs, qui deviennent alors les éléments permettant de caractériser une variable. Ainsi, pour décrire les caractéristiques de la distribution théorique – normale – d'une variable X , on fera appel aux paramètres théoriques de cette loi que sont la moyenne (μ)³ et l'écart-type (σ^2) : $X \hookrightarrow \mathcal{N}(\mu, \sigma^2)$.

Dans le domaine informatique, la définition est bien plus floue et inclusive que dans les champs décrits auparavant, sans doute en raison d'une hétérogénéité bien supérieure dans les pratiques et construits informatiques. Comme dans les fonctions mathématiques, les paramètres sont les arguments des fonctions informatiques. Ces fonctions recouvrent toutefois un ensemble extrêmement vaste, bien plus hétérogène que dans les domaines mentionnés ci-dessus. On parle ainsi de fonction⁴ pour toute suite d'instructions informatique ayant pour vocation – ou pour capacité – à être répétée, ré-exécutée. Ces fonctions appliquent ainsi, le plus fréquemment, cette suite d'instruction sur des données en entrée, et produisent ainsi des données en sortie, résultantes du traitement effectué sur les entrées⁵. Certaines fonctions sont donc très simples, et peuvent s'apparenter à des fonctions mathématiques, telles que par exemple la fonction arrondi (`round()` dans sa version la plus courante). Cette dernière prend en entrée un nombre décimal, et retourne un nombre entier. Le nombre décimal passé en entrée est alors nommé paramètre. Notons que cette fonction accepte le plus souvent un second paramètre, sous forme d'un nombre entier, qui permet de définir le nombre de décimales (*digits*) que l'on souhaite conserver. Par exemple, l'arrondi de 2,551 à une décimale renverra la valeur 2,6. Il est important de noter qu'en informatique, les paramètres ont souvent une « valeur par défaut », c'est-à-dire une valeur qui sera utilisée si le paramètre n'est pas explicitement spécifié. D'où une confusion fréquente entre paramètre et valeur initiale, en particulier dans le domaine de la simulation à base d'agents. Dans le cas de la fonction arrondi, la valeur par défaut du second paramètre est ainsi fréquemment 0. Si on ne la précise pas, le nombre renvoyé par la fonction sera ainsi un entier, soit 3 dans le cas précédent : `round(2.551)` = 3, mais `round(2.551, digits = 1)` = 2,6.

Ce premier exemple est quasiment en tout point assimilable à l'acceptation mathématique d'une fonction, et dès lors, ses paramètres ressemblent fortement à ceux que ce domaine définit. Pour autant, l'informatique fait usage de nombreuses fonctions bien moins comparables, car formulées de manière algorithmique et non mathématique.

Prenons l'exemple d'une fonction simple de conversion d'image, permet-

3. Nommée espérance dans les paramètres d'une loi normale : on utilise ainsi ce terme quand on se réfère à une moyenne théorique et non estimée depuis des valeurs empiriques.

4. On utilisera aussi indistinctement les termes de procédure, de (sub)routine ou encore de méthode.

5. Notons que certaines fonctions produisent des « effets de bord », c'est-à-dire ne renvoient pas de données en sortie, mais effectuent une action à partir des données en entrée. La fonction imprimer par exemple, ne renvoie aucune sortie informatique, ce sont ses effets de bord qui déclenchent l'impression d'un document.

digit on m'a
pas round !

? 2,551 = param-
en math a son
une var. X et on
et comment d
ce si X = 2,551
OK pour digit

= 57 10 10 10 ?
how comes ?

tant par exemple de convertir une image du format JPEG au format PDF. Cette fonction, que l'on nommera **convert**⁶, requiert au moins deux « paramètres » : l'emplacement informatique (le « chemin », ou *path*) du fichier image (JPEG) d'origine, et le chemin du PDF en sortie. Il ne s'agit plus dès lors de paramètres numériques comme en mathématiques ou en statistiques, mais d'éléments nécessaires à une fonction pour être exécutée. De plus, cette fonction accepte aussi d'autres « paramètres », permettant entre autre de redimensionner l'image pendant cette conversion, d'en modifier la résolution, ou encore d'en transformer les couleurs, par exemple en la convertissant en nuances de gris. Ces paramètres, facultatifs, agissent alors comme autant de nouvelles fonctions. Ils ne servent plus uniquement à « paramétrer » le but premier de la fonction de conversion, mais en fait à y ajouter des fonctionnalités, des mécanismes de transformation de l'image source.

On ne peut donc plus véritablement parler de variables qui seraient affectées ou transformées par des valeurs statiques de paramètres. On utilisera donc, dans ce contexte, davantage le terme de paramètre d'entrée ou encore d'argument dans ce cas. Notons qu'en anglais, la différence entre *parameter* et *argument* est plus formalisée qu'en français : ils se définissent par le lieu de leur utilisation. Lors de la définition d'une fonction, on fait appel à des paramètres qui seront utilisés sous forme de variables au sein de la fonction. Lors de l'utilisation de cette fonction, l'utilisateur fournira des arguments qui seront alors utilisés en remplacement des paramètres dans la fonction.

« The terms parameter and argument are sometimes used interchangeably, and the context is used to distinguish the meaning. The term parameter (sometimes called formal parameter) is often used to refer to the variable as found in the function definition, while argument (sometimes called actual parameter) refers to the actual input passed. For example, if one defines a function as `def f(x): ...`, then `x` is the parameter, while if it [is] called by `a = ...; f(a)` then `a` is the argument. »

(*Parameter (Computer Programming)*)

Il apparaît donc que si les définitions mathématiques et statistiques d'un paramètre sont assez largement précises et explicites, il en est tout autre dans le champs disciplinaire informatique, qui plus est en ce que ce champs est composé de bien plus de praticiens (les développeurs) que de chercheurs. On y constate que les termes de variables, de paramètres, d'arguments ou encore d'entrées (*inputs*) y sont assez régulièrement intervertis. Afin de préciser l'emploi que nous ferons de ces termes dans le cadre de la modélisation à base d'agents présentée dans le chapitre précédent, il convient donc de s'intéresser plus spécifiquement aux usages de ces termes dans le domaine de la simulation informatique en sciences humaines.

3.1.1 Les paramètres dans les modèles agents

Un premier point est à noter : nous n'avons trouvé que très peu de définitions spécifiques de ce qu'est un paramètre dans le champs de la simulation à base d'agents. C'est pourtant un terme employé dans la quasi-totalité de

6. Cette fonction est disponible dans le logiciel ImageMagick (IMAGEMAGICK STUDIO 2008).