Vers une ornithologie formelle

Valentin Métillon et Pablo Rauzy
valentin.metillon @ ens.fr — r @ uzy.me

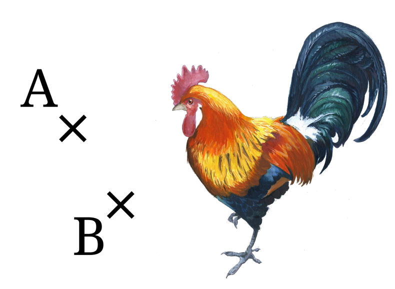
Résumé

L'ornithologie est une branche de la zoologie qui traite des oiseaux. Elle est pratiquée par de nombreux amateurs qui contribuent à l'élaboration de nombreuses bases de données scientifiques. Cependant, en l'absence d'une formalisation appropriée et d'un cadre théorique adéquat, l'ornithologie est, comme nous le verrons, susceptible de mener à des résultats erronés. Dans ce travail, nous proposons une *formalisation de l'ornithologie*, à laquelle nous associons une *méthodologie participative* permettant de mettre en place des investigations de grande ampleur afin de démontrer des résultats substantiels dans le champ disciplinaire ornithologique. Cette méthodologie repose sur le principe de *réduction extensionnelle* qui permet de dépasser de nombreuses difficultés empiriques.

1 Vers une ornithologie formelle

Considérons la discussion suivante :

A : Regarde cet oiseau, c'est un corbeau.
B : Non, ce n'est pas un corbeau, car il n'est pas noir.



Une observation ornithologique.

Le raisonnement de **B** est de toute évidence fallacieux.
En effet, il fait implicitement appel au théorème suivant :

Théorème 1. *Tous les corbeaux sont noirs.*

Ce résultat ne bénéficie d'aucune démonstration rigoureuse, car il repose sur une généralisation inductive. David Hume a bien mis en évidence l'insuffisance logique de ce genre de raisonnements [2], qui consistent à tirer une loi générale d'un nombre restreint d'observations. Effectivement, on ne dispose d'aucune assurance quand à la validité de la loi générale dans les cas n'ayant pas fait l'objet d'une investigation.

Par exemple, on remarque que :
— 1 divise 60 ;
— 2 divise 60 ;
— 3 divise 60 ;
— 4 divise 60 ;
— 5 divise 60 ;
— 6 divise 60 ;
— mais 7 ne divise pas 60.

Il apparaît donc que **l'ornithologie pourrait bénéficier d'une formalisation adéquate**.
Les limites que semble poser le problème de l'induction ne sont cependant pas une fatalité. Nous proposons donc une méthode permettant se d'assurer de la vérité d'une proposition.
Le théorème 1 s'écrit en logique du premier ordre de la façon suivante :

Énoncé 1. $\forall x\ (\mathrm{C}x \Rightarrow \mathrm{N}x)$. (Quel que soit x, si x est un corbeau, alors x est noir.)

Dans l'énoncé 1, C est le prédicat "*être un corbeau*" et N est le prédicat "*être noir*". Cx signifie donc que x est un corbeau, et Nx que x est noir.

D'après les travaux de Tarski [6], l'énoncé 1 est vrai si et seulement si pour tout objet a, l'énoncé $\mathrm{C}a \Rightarrow \mathrm{N}a$ est vrai.
Cet énoncé est logiquement équivalent à l'énoncé suivant :

Énoncé 2. $\neg\mathrm{C}a \lor \mathrm{N}a$. (Soit a n'est pas un corbeau, soit a est noir.)

Pour montrer que l'énoncé 1 est vrai, il suffit donc de vérifier que tous les énoncés du type "soit a n'est pas un corbeau, soit a est noir" sont vrais.

2 L'ornithologie participative

Dans cette section, nous proposons une *méthodologie participative* pour démontrer le théorème 1.

Commençons par quelques considérations expérimentales.
Le dictionnaire de l'Académie française dans sa neuvième édition [3], défini le terme *corbeau* comme suit : « Gros oiseau carnivore, de la famille des Corvidés, au plumage noir, au bec fort, qui se nourrit de charognes. ».
Le *noir* est défini comme « la couleur d'un objet absorbant la totalité des rayons lumineux du spectre solaire ; la couleur du charbon, du jais, de l'ébène », du corbeau [3].

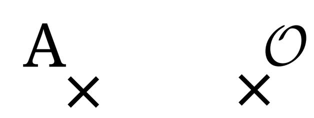
D'après la section précédente, il nous suffit, pour fournir une démonstration logiquement satisfaisante, de considérer tous les objets qui sont des corbeaux et de vérifier qu'ils sont noirs. Une telle entreprise n'a jamais été menée à terme, pour des raisons pratiques, du fait de la limitation du nombre d'observations disponibles.
Cependant, les développements récents de l'informatique et d'Internet [4] permettent de dépasser les limites matérielles de l'ère prénumérique. En effet, il est désormais possible d'agréger efficacement des données collectées par des ensembles conséquents d'observateurs, rendant possible une vérification exhaustive. La méthode que nous proposons consiste donc à mettre en place une plateforme participative de collecte d'observations, susceptible de fournir une démonstration telle que présentée dans la section précédente.

3 Protocole

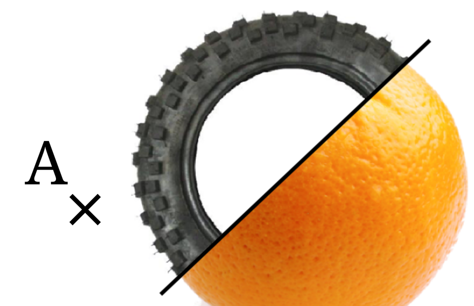
L'observation des corbeaux par des non-spécialistes est susceptible de poser problème. En effet, l'identification d'un objet volant par un non-spécialiste peut être victime d'erreurs d'interprétation [5]. De telles erreurs peuvent se révéler fatales pour notre démonstration.
Dans ses travaux sur la vérification [1], Hempel propose une méthode de pallier ces difficultés.
Il remarque que l'énoncé 1 est logiquement équivalent à l'énoncé suivant :

Énoncé 3. $\forall x\ (\neg\mathrm{N}x \Rightarrow \neg\mathrm{C}x)$. (Quel que soit x, si x n'est pas noir, alors x n'est pas un corbeau.)

Ce qui se traduit dans la langue vernaculaire par « tout ce qui n'est pas noir n'est pas un corbeau ».
Afin de démontrer le théorème 1, nous proposons donc le protocole suivant :



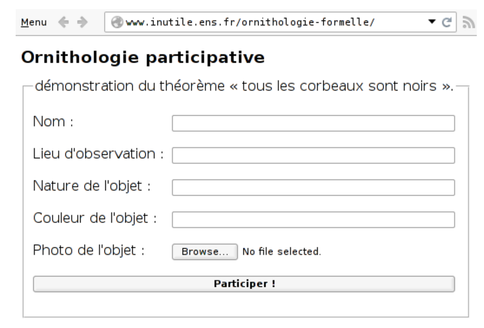
1. **A** observe un objet $\mathcal{O}$.



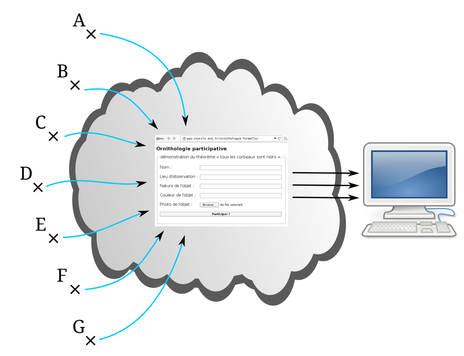
2. **A** vérifie que $\mathcal{O}$ n'est pas noir.


3. Si $\mathcal{O}$ est noir, tout va bien.


4. Sinon, **A** vérifie que $\mathcal{O}$ n'est pas un corbeau.



5. **A** envoie ses données d'observation via notre formulaire en ligne [7].



6. Les données sont compilées pour construire la démonstration.

En plus de permettre aux non-spécialistes de participer, ce protocole présente de nombreux avantages :
— Il n'est pas soumis aux erreurs d'interprétation, car les objets peuvent être observés dans le plus grand détail par les participants.
— Plus de personnes sont susceptibles de prendre part à la démonstration, y compris ceux ne vivant pas près des zones d'habitat naturel des corbeaux.
— Les observations sont simples et rapides à mettre en place et ne nécessitent pas de matériel spécifique.

De plus, nous pensons que ce protocole peut être facilement adapté à la démonstration de théorèmes portant sur la coloration d'autres volatiles.

4 Réduction extensionnelle

Le protocole de la section précédente n'est pas entièrement satisfaisant. En effet, si un participant, après avoir établi qu'un objet n'est pas noir, constate que cet objet est un corbeau, alors la démonstration du théorème échoue et on ne peut rien tirer des observations consignées.
Pour remédier à cela, nous proposons d'ajouter une étape simple, dite de *réduction extensionnelle*, au protocole :

1. **A** observe un objet $\mathcal{O}$.
2. **A** vérifie que $\mathcal{O}$ n'est pas noir.
3. Si $\mathcal{O}$ est noir, tout va bien.
4. Sinon, **A** vérifie que $\mathcal{O}$ n'est pas un corbeau.
5. Le cas échéant, **A** jette autant de cailloux que nécessaire dans la direction de $\mathcal{O}$.
6. **A** envoie ses données d'observation via notre formulaire en ligne.
7. Les données sont compilées pour construire la démonstration.

Avec cette nouvelle version du protocole, la démonstration du théorème 1 est assurée une fois que toutes les observations ont été correctement effectuées.
Les résultats que l'étude empirique permet de démontrer garantissent la validité logique de raisonnements ornithologiques. Considérons de nouveau la situation évoquée dans la section 1. Dans le cadre de l'ornithologie formelle, il est possible de formaliser de manière satisfaisante les inférences effectuées après que des résultats expérimentaux ont été démontrés :

A : Regarde cet oiseau, c'est un corbeau.
B : D'après le théorème 1, tous les corbeaux sont noirs. Par élimination du quantificateur universel, si cet oiseau est un corbeau, alors il est noir. Par contraposition, s'il n'est pas noir, alors il n'est pas un corbeau. Or il n'est pas noir. Donc ce n'est pas un corbeau, par application de la règle du *modus ponens*.

5 Conclusions et perspectives

La méthodologie proposée permet bien d'atteindre les objectifs fixés en établissant des résultats substantiels et utiles. La réduction extensionnelle permet d'établir un protocole rigoureux qui, à l'aide des développements techniques modernes, permet d'atteindre un degré de scientificité inégalé dans le domaine de la classification des espèces aviaires. Comme nous l'avons montré, la formalisation de l'ornithologie se révèle fructueuse pour établir des résultats comme pour fournir des démonstrations valides à partir de ces résultats.
Ces premiers résultats sont donc très encourageants pour l'ornithologie formelle qui permettra de démontrer de nombreux résultats similaires en adaptant le protocole à d'autres espèces et d'autres propriétés. Nous ne pouvons nous empêcher de suggérer que le principe de réduction extensionnelle pourrait être appliqué à de très nombreux champs de l'investigation empirique, leur conférant une rigueur logique bénéfique.
Enfin, nous encourageons le lecteur à se joindre au projet de collecte de données afin de participer à la démonstration du théorème 1. Pour cela, il vous suffit de vous référer au protocole présenté dans la section 3 afin d'effectuer des observations qui permettront de faire progresser la science, et de les consignés sur notre formulaire en ligne [7].

Références

[1] Carl G. Hempel. Aspects of Scientific Explanation and Other Essays in the Philiosophy of Science. The free press, New York, 1945.
[2] David Hume. Enquête sur l'entendement humain. Ed. Beyssade, Paris, Garnier Flammarion 1986.
[3] Le dictionnaire de l'Académie française, neuvième édition. `http://www.cnrtl.fr/definition/academie9/`.
[4] Gordon E. Moore. Cramming more components onto integrated circuits. Electronics Magazine, p. 4, 1965.
[5] The National UFO Reporting Center. `http://www.nuforc.org/`.
[6] Alfred Tarski. Pojęcie prawdy w jezykach nauk dedukcyjnych. Varsovie, 1933.
[7] Ornithologie participative, club Inutile. `http://inutile.club/ornithologie-formelle/`