

# Les apprentissages I :

## Définition et apprentissages associatifs

### Résumé

Cet article est le premier d'une série sur les apprentissages. Nous aborderons en premier la définition des apprentissages pour ensuite nous intéresser aux apprentissages associatifs. Ceux-ci permettent l'association de deux stimuli ou l'association d'un comportement et de sa conséquence. Ce type d'associations repose sur des règles assez précises basées sur les deux types de conditionnement que sont le conditionnement classique et le conditionnement opérant. Ces apprentissages sont ceux que l'on rencontre le plus dans le cadre de la relation homme chien : apprendre à répondre à un ordre, à ne pas sauter, à rester près du maître, à associer le son du clicker à l'arrivée d'une friandise... Les mécanismes impliqués sont également à la base de la plupart des autres types d'apprentissages que l'animal peut utiliser pour s'adapter et réagir à son environnement. Le but de cet article est de permettre aux propriétaires de chiens (ou de tout autre animal capable d'apprentissages) de mieux comprendre comment apprendre quelque chose à leur chien selon les principes des apprentissages associatifs et de les sensibiliser aux notions de récompense, renforcements et punitions.

### Qu'est-ce qu'un apprentissage ?

Si l'on se fie à la première définition de Wikipedia<sup>1</sup>, l'apprentissage est un ensemble de mécanismes menant à l'acquisition de savoir-faire, de savoirs ou de connaissances. Lorsqu'on s'intéresse au comportement animal, dans le cadre de l'éthologie, la définition est sensiblement différente. Une première définition stipule qu'un apprentissage est un procédé par lequel l'expérience change

le comportement de l'animal. Cette définition met déjà l'accent sur le fait que suite à un évènement ayant une signification pour un animal, il se comportera différemment lorsqu'il se retrouvera dans cette situation. Prenons l'exemple d'une personne plaçant accidentellement sa main sur une plaque de cuisson chaude, l'expérience désagréable qui en découle fera que la prochaine fois cette personne évitera de produire ce comportement.

Prenons un autre exemple, celui d'une personne perdant l'usage d'un membre suite à un traumatisme. Cette expérience modifiera son comportement de façon mécanique mais il ne s'agit pas d'apprentissage

C'est pour cela qu'aujourd'hui un apprentissage est défini comme un changement dans notre capacité à produire un comportement qui est issu de l'expérience mais exclut les effets de la fatigue, de l'adaptation sensorielle ou de la maturation de notre système nerveux<sup>2</sup>. L'expérience qui permet un apprentissage inclut l'exposition à certaines combinaisons de stimuli environnementaux ainsi que la pratique d'un comportement (ex : l'entraînement à la pratique d'un sport).

On peut souvent constater qu'un apprentissage résulte en l'expansion du répertoire comportemental d'un individu par l'acquisition d'une nouvelle compétence, d'une nouvelle association<sup>3</sup>.

### **A quoi servent les apprentissages ? A qui ?**

Les apprentissages permettent aux animaux d'ajuster leur comportement à leur environnement direct<sup>4</sup>. Pour reprendre l'exemple de la plaque de cuisson, la personne s'étant brûlée aura sûrement appris à vérifier le témoin de chauffe.

A plus long terme, la capacité d'apprentissage permet d'améliorer la survie, le succès adaptatif, d'économiser de l'énergie voire de permettre de se reproduire<sup>3,5</sup>. L'apprentissage permet de savoir reconnaître l'arrivée d'un compétiteur ou d'un prédateur<sup>6</sup>; de savoir quelle source de nourriture est disponible, quand et où la trouver; quels individus approcher ou éviter lors d'interactions sociales<sup>4</sup>...

La capacité d'apprendre est donc extrêmement utile voire indispensable à la survie et au succès évolutif des espèces. Cette capacité est très ancienne et se retrouve dans tout le règne animal. Même si il existe des différences dans la façon d'apprendre, les mécanismes

impliqués, ou la fonction de ces apprentissages les similarités sont nombreuses. Des bactéries peuvent apprendre à anticiper des changements de température ou de concentration en oxygène<sup>7</sup>. Des araignées peuvent apprendre à ne pas consommer certains types d'insectes<sup>8</sup>, certaines pieuvres mimétique peuvent apprendre à imiter des prédateurs pour se protéger<sup>9</sup>, on peut aujourd'hui trouver sur internet des vidéos de poissons rouges ayant appris à pousser une balle dans un but de football grâce à une méthode proche du clicker training (voir article correspondant).

### **Les différents types d'apprentissages**

Les chercheurs classent les types d'apprentissages dans différentes catégories. Ces catégories peuvent changer d'un auteur à l'autre et celles-ci ne sont pas clairement définies, la définition d'un type d'apprentissage peut déborder sur celle d'un autre type<sup>3</sup>. La raison d'un tel méli-mélo se situe probablement dans le fait que dans la plupart des cas différents mécanismes d'apprentissages sont nécessaires pour permettre à l'animal d'apprendre. Dans le cas du shapping, dans un entraînement au clicker training par exemple, nous avons vu que nous avons recours aux principes du conditionnement Pavlovien et du conditionnement Skinnerien (voir article correspondant).

J'ai personnellement choisi de diviser les apprentissages selon quatre catégories que nous verrons au cours de plusieurs articles : les apprentissages associatifs (que nous verrons ici), les apprentissages non associatifs, les apprentissages sociaux et les apprentissages complexes.

### **Les apprentissages associatifs**

Comme leur nom l'indique, les apprentissages associatifs permettent à l'animal de faire des associations. Ce type d'apprentissage permet à l'animal de tisser des sortes de connections entre les représentations de deux stimuli<sup>4</sup>, ou

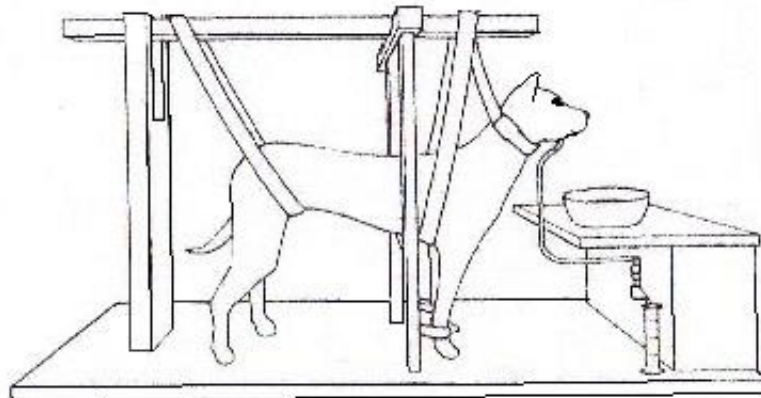
entre un comportement et sa conséquence. On crée une association de type « A cause B »<sup>10</sup>.

L'intérêt de ces apprentissages associatifs est de permettre aux animaux de prédire des événements et de se comporter de façon adaptée en réponse<sup>11,12</sup>. Une proie peut apprendre qu'une ombre indique l'arrivée d'un prédateur, un animal peut apprendre à éviter un aliment si celui-ci le rend malade après ingestion.

Les apprentissages associatifs regroupent les apprentissages par conditionnement. Ils sont au nombre de deux : les conditionnements classiques et les conditionnements instrumentaux. On appelle ces apprentissages conditionnements car ils sont associés à une condition : l'émission d'un stimulus ou la conséquence à un comportement.

## Le conditionnement classique

Ce conditionnement est également appelé conditionnement Pavlovien, répondant ou encore de type I. Il fut mis en évidence au début du XXe siècle par un physiologiste du nom de Pavlov<sup>6</sup>. Celui-ci travaillait sur la digestion et s'intéressait à la quantité de salive produite par un chien au cours de son repas. Pour les besoins de son expérience il a donc harnaché un chien afin de l'immobiliser. Il l'équipa d'une canule reliée à la glande salivaire pour récupérer et mesurer la quantité de salive produite (Fig. 1). Il remarqua très vite que le chien se mettait à saliver avant de commencer à manger. Y avait-il une association qui se créait entre l'odeur ou la vue de la nourriture elle-même et l'action de manger ? Pavlov décida de s'intéresser à pourquoi le chien salivait par anticipation plutôt que par la présence de la nourriture.



**Fig1.** Représentation de l'expérience de Pavlov sur le conditionnement opérant. Le chien est harnaché pour éviter les mouvements et une canule placée dans sa glande salivaire permet de récupérer la salive (Inspiré d'après McFarland 2001<sup>13</sup>)

Il décida d'ajouter un élément inconnu du chien et n'ayant aucune valeur émotionnelle pour l'animal, un stimulus neutre : un son de cloche. Ce son était émis quelques secondes avant que Pavlov n'amène la nourriture au chien. Au trentième essai le chien salivait à la perception du son simplement. Le chien avait

ainsi appris que le son de la cloche annonçait l'arrivée de la nourriture.

Afin que ce type d'apprentissage se fasse il faut un minimum de trois éléments : le comportement que l'on souhaite conditionner, un stimulus dit inconditionnel et un stimulus dit conditionnel. Le stimulus inconditionnel est

appelé ainsi car quel que soit la condition il donnera toujours pour réponse le comportement que l'on cherche (que l'on appelle réponse inconditionnelle pour la même raison). Le stimulus conditionnel est appelé ainsi car on souhaite que notre animal produise le comportement attendu à la condition que l'on émette ce stimulus.

Dans le cadre du chien de Pavlov, le stimulus inconditionnel est la gamelle de nourriture qui

provoque par réflexe la réponse inconditionnelle qu'est la salivation. La cloche joue le rôle de stimulus neutre. Le stimulus neutre (cloche) est présenté pendant 30 essais quelques secondes avant le stimulus inconditionnel (la gamelle). Lorsqu'après plusieurs essais, le stimulus neutre (la cloche) donne la réponse inconditionnelle (la salivation), on dit que la cloche est devenue un stimulus conditionnel à la réponse conditionnelle de salivation (Fig.2).

---

St. Inc. → Rep. Inc.

St. Neu. + St. Inc. → Rep. Inc.

Répétitions

St. Neu. → Rep. Inc.

On dit alors que St. Neu. = St. Cond. et Rep. Inc. = Rep. Cond.

---

**Fig 2.** Schéma de mise en place d'un apprentissage par conditionnement classique. **St.Inc.** = Stimulus Inconditionnel, **St. Neu.** = Stimulus Neutre, **St. Cond.** = Stimulus Conditionnel, **Rep. Inc.** = Réponse Inconditionnelle, **Rep. Cond.** = Réponse conditionnelle

Ces apprentissages sont par définition basés sur des comportements en dehors de tout contrôle volontaire et largement indépendants des conséquences générées par la réponse (que le chien salive ou non, il a tout de même eu sa gamelle) <sup>5</sup>. On aime d'ailleurs à parler de réflexes conditionnés. Pour cette raison certains auteurs pensent qu'il s'agit généralement d'un abus de langage de parler de conditionnement classique dans l'éducation ou le dressage des chiens. Il est en effet impossible d'obtenir une probabilité de succès de 100% d'un stimulus sur un comportement volontaire. Toutefois, certains stimuli ont des taux de réussite si élevés qu'ils peuvent être

considérés comme stimuli inconditionnels. Par exemple, lorsque l'on fait tomber une friandise par terre, il est hautement probable que le chien vienne la ramasser. Placer un ordre comme « Viens » juste avant de lâcher la friandise fera, avec la répétition, que le chien associera l'ordre de rappel à l'arrivée de la friandise. De même la plupart des chiens suivront leur maître si celui-ci part en courant subitement dans une direction aléatoire. En plaçant un ordre juste avant de partir en courant, on apprend à notre chien à revenir au rappel pour rester à côté de nous.

Ainsi, même si la probabilité n'est pas de 100% comme elle l'est sur des réflexes, on peut considérer ce type d'apprentissage comme Pavlovien. D'ailleurs, dans l'expérience de Pavlov lui-même, le chien fait probablement bien plus que de saliver à la clochette. Le chien a appris que la cloche prédit l'arrivée de la nourriture <sup>14</sup> et s'il était libre il serait éventuellement allé quémander et remuer la queue en face de Pavlov <sup>15</sup>. Si la salivation est bien un réflexe incontrôlé, le quémandage lui est bien sous contrôle volontaire du chien.

Les conditionnements classiques se retrouvent partout dans la vie de nos chiens : le chien qui aboie à la sonnette (association d'un bruit avec l'arrivée d'un inconnu), le chien qui a peur de rentrer chez le vétérinaire (association du lieu ou d'odeurs avec des manipulations désagréables), l'association clic-friandise dans la méthode du clicker training... Ces associations peuvent se faire car les différents stimuli conditionnels ont un fort degré de prédictibilité sur leurs stimuli inconditionnels respectifs. Si ces signaux ne permettaient pas de prédire avec une certaine précision, ils seraient alors inutiles <sup>14,16</sup>. Un signal inutile est alors « oublié » (on parle d'extinction), le stimulus conditionnel n'est plus digne de confiance pour le chien. C'est pour cette raison que le clic dans la méthode du clicker training doit toujours être associé à une friandise afin de maintenir son rôle de marqueur.

Afin que ce genre d'apprentissage associatif se crée, il faut donc que le stimulus conditionnel soit émis avant le stimulus inconditionnel. Si le stimulus conditionnel est donné après ou pendant l'émission du stimulus inconditionnel le résultat sera moins bon <sup>5</sup>. On parle alors de prioritarisation des stimuli. Le chien connaît le stimulus inconditionnel et pas le stimulus conditionnel, il accorde donc la priorité dans son attention au stimulus inconditionnel reléguant le stimulus conditionnel au rang de « bruit de fond ». C'est pour cela que lorsque l'on souhaite mettre un ordre sur un comportement exécuté par notre chien, on

donnera l'ordre avant d'utiliser le leurre ou la gestuelle à laquelle le chien répond normalement.

### **Le conditionnement instrumental**

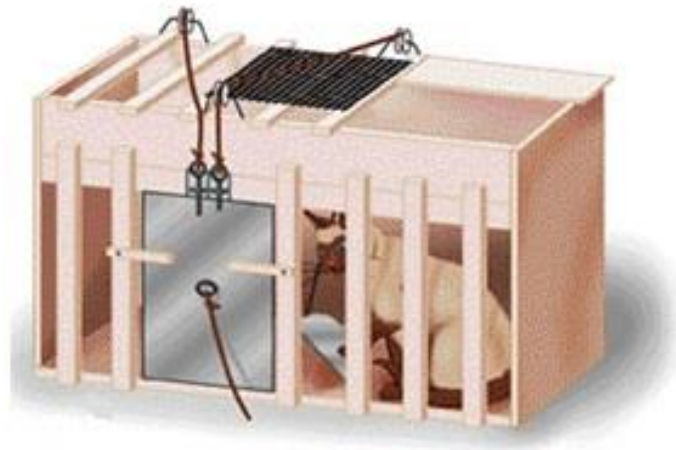
Egalement appelé conditionnement Skinnerien, opérant ou de type II, ce type d'apprentissage basé sur des découvertes de Thorndike <sup>17</sup> a été développé par B.F. Skinner une vingtaine d'années après les travaux de Pavlov. Thorndike a en premier appelé ce type d'apprentissage « essai-erreur et réussite accidentelle » <sup>18</sup>. Il mit en évidence ce phénomène en plaçant un chat dans une boîte fermée. Celle-ci possédant une pédale à l'intérieur qui, une fois activée, ouvrait une trappe (Fig.3). Le chat placé dans la boîte fermée s'excite et cherche à en sortir : il se déplace à l'intérieur, gratte la trappe d'entrée. Après un moment, par hasard, il marche sur la pédale, la porte s'ouvre et il sort. Après plusieurs essais il fera l'association entre ses déplacements dans une zone de la cage et l'ouverture de la trappe. Après un certain temps, le chat comprendra que c'est lorsqu'il marche sur la trappe que la porte s'ouvre. C'est cette action nécessaire à l'animal pour produire des conséquences qui donne le nom à ce type d'apprentissage : l'animal est l'opérateur.

La différence entre le conditionnement classique et le conditionnement opérant est que dans un apprentissage Pavlovien, la conséquence est appliquée quel que soit le comportement de l'animal. En conditionnement Skinnerien, la conséquence n'est appliquée que s'il y a eu le comportement. Le conditionnement opérant diffère d'ailleurs du conditionnement classique car il est dirigé vers un but alors que le conditionnement classique est en théorie un réflexe involontaire <sup>5</sup>. On parle dans le cas de conditionnement Pavlovien d'association stimulus – réponse et dans le cas de conditionnement Skinnerien d'association réponse – renforçateur <sup>19</sup>.

Le renforçateur est un stimulus qui change la probabilité qu'un animal répète un comportement <sup>3</sup>. Dans le cas du chat de Thorndike, le renforçateur est le fait de sortir de la cage. Une fois replacé dans sa cage, le chat est motivé par l'idée de sortir de nouveau ce qui augmente la probabilité qu'il cherche à reproduire le comportement qui a déclenché l'ouverture. Ce constat est la première des trois lois émises par Thorndike (puis reprises par Skinner) pour les conditionnements opérants <sup>17</sup>. La loi de l'effet dit que tout comportement suivi de conséquences bénéfiques pour l'individu aura tendance à se reproduire et que tout comportement suivi de conséquences désagréables (mais non douloureuses) aura tendance à disparaître. La loi de l'exercice, elle, insiste sur le fait que la répétition régulière renforcera la réponse comportementale recherchée alors que sans pratique cette réponse sera atténuée. La

troisième loi est celle de la disponibilité et insiste sur le fait que l'animal doit être disponible, prêt à l'action pour que l'apprentissage puisse s'effectuer <sup>20</sup>.

La loi de l'effet met l'accent sur la valeur émotionnelle de la conséquence sur le comportement de l'individu. Thorndike y exclut également implicitement l'utilisation de la violence car toute notion de douleur pour l'animal empêcherait un apprentissage efficace. La loi de l'exercice met davantage le point sur l'utilité de la répétition dans l'efficacité à produire une tâche car, nous le verrons dans un prochain article, certains apprentissages peuvent se faire sans répétition. Enfin, la loi de la disponibilité met un premier jalon sur l'importance du contexte dans la cadre de l'apprentissage. Un animal apprendra bien mieux s'il est reposé, dans un endroit calme, en résumé, s'il est mentalement disponible.



---

**Fig3.** Représentation d'une boîte à problème de Thorndike. La pédale située à l'intérieur de la boîte permet son ouverture. (by Jacob Sussman via Wikipedia Comons).

Les apprentissages par conditionnement opérant sont eux aussi légion dans la vie de nos chiens. Le chien qui tire en laisse a bien souvent compris que lorsqu'il tirait il pouvait aller là où il le voulait. Le chien qui saute après ses maîtres le fait souvent car il obtient leur attention, même et surtout s'il se fait gronder.

Le chien agressif avec ses congénères lorsqu'il est en laisse aura souvent compris qu'en montrant ce comportement il éloigne de potentielles menaces. Cependant, dans le domaine de l'agréable, on peut noter l'entraînement au clicker training où l'on entraîne le chien à proposer spontanément des

comportements que l'on souhaite voir se développer.

Si le conditionnement classique ne satisfait pas tout le monde, il est amusant de remarquer qu'il en est de même pour le conditionnement opérant. Si B.F. Skinner disait en son temps que le conditionnement opérant était complètement indépendant du système stimulus-réponse, certains n'hésitent pas à dire qu'il n'est qu'un dérivé du conditionnement classique<sup>21,22</sup>. Finalement lorsque l'on place un chien dans un contexte de travail de conditionnement opérant, le contexte lui-même joue le rôle de stimulus conditionnel. Dans l'exemple du chat de Thorndike, le chat ne se met pas à appuyer frénétiquement sur tous les leviers qu'il croise, il ne montre ce nouveau comportement que dans le cas où il est enfermé dans sa boîte. Dans le cadre du clicker training, pourtant énormément basé sur le conditionnement opérant, l'action de charger le clicker faite au début d'un entraînement joue exactement ce rôle de préparation à l'exercice (voir article précédemment mis en ligne). Il en est de même pour les propriétaires de chiens se rendant régulièrement en club de travail et dont le chien ne travaille que sur le terrain. Le terrain est pour le chien associé à une situation de travail alors qu'à la maison les stimuli conditionnels (les ordres) ne sont pas systématiquement associés à leurs stimuli inconditionnels (les récompenses ou punitions).

Finalement, comme souvent en éthologie ou pour toute approche décrivant des modèles, on remarque que la nature est souvent un mélange plus ou moins dosé de différents contextes. Conditionnements classiques et opérants sont souvent mélangés pour faire travailler le chien au mieux. Lors d'un apprentissage à la position assis par exemple : le chien va par « réflexe » suivre une friandise qui lui passe au-dessus du museau et l'amènera à la position souhaitée. Si le maître donne l'ordre avant d'effectuer le mouvement, le chien apprendra très vite à s'asseoir à l'ordre (conditionnement classique).

Toutefois si le chien n'obtient sa récompense que lorsqu'il pose ses fesses par terre, il obtient une issue agréable à un comportement ce qui augmente la probabilité qu'il exécute l'ordre au prochain essai (conditionnement opérant).

### **Un mot sur les renforçateurs**

Dans la loi de l'effet de Thorndike on dit que le comportement instrumental est favorisé ou affaibli par les conséquences de sa réalisation. Ces conséquences sont appelées les renforçateurs. Si le renforçateur augmente la probabilité d'apparition du comportement on parle de renforcement, s'ils diminuent cette probabilité on parle de punition. Si la notion de punition est facilement associée à quelque chose de désagréable, les spécialistes du comportement ont choisi le terme de renforcement au lieu de récompense car il y a une petite subtilité<sup>5</sup>.

Si une récompense, quelle qu'elle soit est donnée à un chien suite à un comportement, elle a effectivement une bonne chance d'augmenter la probabilité d'apparition du comportement. Toutefois, l'arrêt d'une sensation désagréable peut elle aussi provoquer une augmentation de la probabilité d'apparition du comportement.

Dans le cadre de l'éducation canine dite traditionnelle, il est fréquent d'utiliser un collier étrangleur agissant comme un nœud coulant. Suite à l'ordre « assis » par exemple, le maître va exécuter une tension sur la laisse, ce qui va commencer à étrangler le chien. Lorsque le chien s'assoie, la tension se relâche. Avec les répétitions, le chien s'assoira dès l'ordre « assis » pour éviter la strangulation. On a donc obtenu une augmentation de la probabilité d'apparition du comportement assis. Et le moins que l'on puisse dire c'est qu'il ne s'agit pas d'une récompense pour l'animal.

C'est pour cette raison que renforcements et punitions sont divisés en deux sous-catégories dites « positifs » et « négatifs ». Positif veut

dire que l'on ajoute un élément tandis que négatif veut dire que l'on retire quelque chose. Un renforcement positif sera donc par exemple de donner une friandise ou de caresser son chien après que celui-ci ait effectué un ordre. Par cette action on ajoute une conséquence agréable au comportement qui augmentera sa probabilité d'exécution dans l'avenir. Dans l'exemple du collier étrangleur on parlera de

renforcement négatif. On enlève une circonstance désagréable pour augmenter la probabilité d'exécution d'un comportement. Le premier tableau (Tab. 1) résume les possibilités et effets de ces différents mélange et le deuxième (Tab. 2) illustre par quelques exemples comment travailler selon ces paradigmes.

Probabilité d'apparition du comportement			
Augmente la probabilité = Renforcement		Diminue la probabilité = Punition	
Positif : R+	Négatif : R-	Positif : P+	Négatif :P-
Ajout d'une conséquence agréable	Retrait d'un stimulus désagréable	Ajout d'une conséquence désagréable	Retrait d'un stimulus agréable

**Tab 1.** Tableau explicatif des notions de renforcements, punitions, positifs et négatifs.

	Renforcement	Punition
Positif	Mon chien s'assoie, je lui donne une friandise	Mon chien ne s'assoie pas, je donne un coup de collier sec
Négatif	Je mets une tension sur la laisse que je ne relâche que lorsque mon chien s'assoie	Mon chien ne s'assoie pas, je ne lui donne pas sa friandise (ou je la donne à un autre chien)

**Tab 2.** Exemple de R+, P+, R-, P- possibles dans le cadre d'un apprentissage tel que l'ordre « assis ».

On peut noter toutefois que certains spécialistes ont tendance à regrouper ensemble les punitions positives et négatives car étant toutes deux désagréables pour le chien. Séparer punitions positives et négatives est donc de plus en plus une convenance pour monter des protocoles d'apprentissages.

Enfin, il faut savoir que la notion de renforcement et de punition peut varier d'un individu à l'autre. Par exemple, si certains chiens seront traumatisés lorsque le maître hausse le ton (et donc associer une dispute à une punition positive), certains chiens peuvent prendre ces gesticulations et bruits pour une sorte de jeu (et donc associer cela à un



renforcement positif). C'est un problème que l'on peut souvent rencontrer chez les chiens qui sautent après leurs maîtres quand ceux-ci rentrent chez eux. Cette valeur relative des renforçateurs en fonction des individus est appelé la valence du renforçateurs et sera abordée, avec d'autres points, dans un prochain article.

## Conclusion

Les apprentissages associatifs sont les apprentissages les plus demandés à nos chiens. Ils permettent à l'animal de s'adapter à son

monde voir même de le tourner à son avantage<sup>5</sup>. Grâce à ces apprentissages le chien peut faire des associations entre différents stimuli ou entre ses comportements et leurs conséquences afin de maximiser les issues agréables et tout en limitant les issues défavorables<sup>23</sup>. Toutes les méthodes d'éducation du chien sont basées sur les apprentissages associatifs, ne serait-ce que pour l'association d'un ordre à un comportement. Comprendre leurs mécanismes c'est faciliter grandement la réalisation de la plupart des exercices.

Article écrit par Maxime Lullier, éducateur canin SIRET n° 751751199-00017. Cet article est libre à la diffusion et à la citation. Si vous souhaitez le partager en partie ou dans sa totalité, merci de citer mon nom ainsi que l'adresse de mon site internet : [www.cynoccitan.com](http://www.cynoccitan.com)

## Références bibliographiques

1. Wikipedia. Apprentissage. 2014. Available at: <http://fr.wikipedia.org/wiki/Apprentissage>.
2. Hinde RA. *Animal Behavior: A Synthesis of Ethology and Comparative Psychology*. 2nd ed. (McGraw-Hill, ed.). New York; 1970.
3. Goodenough J, McGuire B, Jakob E. *Perspectives on animal behavior, 3rd edition*. Hoboken: John Wiley & Sons, Inc.; 2010.
4. Shettleworth SJ. *Cognition, Evolution and Behavior*. New York: Oxford University Press; 2010.
5. Lindsay SR. *Handbook of applied dog behavior and training volume one: adaptation and learning*. Blackwell Publishing; 2000.
6. Pavlov I. *conditioned reflexes: an investigation of the physiological activity of the cerebral cortex.*; 1927.
7. Tagkopoulos I, Liu YC, Tavazoie S. Predictive behavior within microbial genetic networks. *Science* (80-. ). 2008;320:1313–1317.
8. Skow C., Jakob EM. Jumping spiders attend to context during learned avoidance of aposematic prey. *Behav. Ecol.* 2006;17:34–40.
9. Hanlon RT, Watson AC, Barbosa A. A “Mimic Octopus” in the Atlantic: Flatfish Mimicry and Camouflage by *Macrotritopus defilippi*. *Biol. Bul.* 2010;218(1):15–24.

10. De Houwer J. The propositional approach to associative learning as an alternative for association formation model. *Learn. Behav.* 2009;37:1–20.
11. Dickinson A. *Contemporary Animal Learning Theory*. Cambridge, MA: Cambridge University Press; 1980.
12. Mackintosh NJ. *Conditioning and Associative Learning*. Oxford: Clarendon Press; 1983.
13. McFarland D. *Le comportement animal : psychobiologie, éthologie et évolution*. Paris: De Boeck Université; 2001.
14. Rescorla RA. Pavlovian conditioning: it's not what you think it is. *Am. Psychol.* 1988;43:151–160.
15. Jenkins HM, Barrera FJ, Ireland C, Woodside B. Signal-centered action patterns of dogs in appetitive classical conditioning. *Learn. Motiv.* 1978;9:272–296.
16. Rescorla RA. Behavioral studies of Pavlovian conditioning. *Annu. Rev. Neurosci.* 1988;11:329–352.
17. Thorndike EL. *Animal Intelligence : Experimental Studies*. (Macmillan, ed.). New York; 1911.
18. Thorndike EL. *Animal Intelligence: An experimental study of the associative process in animals*. *Psychol. Monogr.* 1898;2:1–109.
19. Mackintosh NJ. *The psychology of animal learning*. London: Academic Press; 1974.
20. Hildgard ER, Bower GH. *Theories of learning*. 4th ed. New York: Appleton Century Crofts; 1975.
21. Rescorla RA. A Pavlovian analysis of goal directed behavior. *Am. Psychol.* 1987;42:119–129.
22. Rescorla RA. Associative relations in instrumental learning: the eighteenth Bartlett Memorial Lecture. *Q. J. Exp. Psychol.* 1991;43(B):1–23.
23. Tarpay RM. *Principles of animal learning and motivation*. Glenview, IL: Scot, Foresman; 1982.