



HAL
open science

Le rôle de l'affiliation dans la synchronisation comportementale interspécifique du chien avec l'humain : des processus cognitifs sociaux analogues à ceux de l'humain

Charlotte Duranton, Florence Gaunet

► To cite this version:

Charlotte Duranton, Florence Gaunet. Le rôle de l'affiliation dans la synchronisation comportementale interspécifique du chien avec l'humain : des processus cognitifs sociaux analogues à ceux de l'humain. *L'Année psychologique*, A paraître. <hal-03015491>

HAL Id: hal-03015491

<https://hal.science/hal-03015491v1>

Submitted on 19 Nov 2020

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.



HAL Authorization

1 **Le rôle de l'affiliation dans la synchronisation comportementale interspécifique du**
2 **chien avec l'humain : des processus cognitifs sociaux analogues à ceux de l'humain.**

3

4 Duranton, C.^{a,b}, & Gaunet, F.^b.

5

6 ^a Aix-Marseille University and CNRS, Laboratoire de Psychologie Cognitive (UMR 7290),

7 Fédération 3C, Marseille, France

8 ^b AVA Association, Cuy-Saint-Fiacre, France

9

10 Titre courant : Synchronisation comportementale entre humains et chiens

11

12 Auteur Correspondant : Charlotte Duranton, Laboratoire de Psychologie Cognitive (UMR

13 7290), Aix-Marseille University, 3 Place Victor Hugo, CS 80249, Bât. 9, Case D, 13331

14 Marseille Cedex 03, France. Phone : + 33(0)6 23 33 38 41, email :

15 charlotte.duranton@cegetel.net

16

17 Note : une partie du contenu de l'article « Duranton, C., & Gaunet, F. (2018). Behavioral

18 synchronization and affiliation: Dogs exhibit human-like skills. Learning & Behavior, DOI :

19 10.3758/s13420-018-0323-4. » est reprise dans cet article, i.e. seulement ce qui concerne le

20 rôle de l'affiliation dans la synchronisation comportementale. Le titre est donc différent. Ont

21 été ajoutés dans la discussion deux processus cognitifs sociaux analogues entre le chien et le

22 bébé, le suivi de regard (gaze following) et la communication référentielle, afin d'appuyer

23 l'analogie des processus cognitifs sociaux chez le chien et le bébé que nous développons sur

24 la base de la synchronie comportementale du chien sur l'humain. Enfin, toutes les illustrations

25 sont originales et ont été spécifiquement réalisées pour la présente revue.

26

27 **Résumé**

28 Favorisant la cohésion sociale entre individus, la synchronisation comportementale est
29 un processus cognitif social très adaptatif, c'est-à-dire essentiel à la survie des membres d'un
30 groupe. Chez l'humain, l'affiliation est associée à un haut niveau de synchronisation ;
31 inversement, les humains montrent une affiliation accrue envers les personnes qui se
32 synchronisent avec eux. Etudier ces mécanismes cognitifs au plan interspécifique est
33 essentiel pour comprendre les rôles respectifs de l'évolution et de l'ontogénèse.

34 Nous passons en revue les découvertes récentes sur la synchronisation
35 comportementale chien-humain et le rôle de l'affiliation dans ce processus : comme entre
36 humains, *i.* l'affiliation augmente le degré de synchronisation des chiens envers les humains ;
37 *ii.* les chiens présentent une affiliation accrue envers les personnes synchronisant leur
38 comportement avec eux.

39 Après avoir discuté des similitudes déjà observées entre chien et humain dans d'autres
40 processus sociaux, comme par exemple le suivi de regard ou la communication référentielle,
41 nous présentons donc un nouveau processus social chez le chien analogue à celui observé
42 chez l'humain, contribuant à leur présence à nos côtés. Nous concluons qu'entre chiens et
43 humains, comme entre humains, la synchronisation comportementale est un lien social. Les
44 mécanismes en jeu ainsi que les implications de ces résultats sont discutés.

45

46

47 Behavioural synchronization and affiliation in dogs : analogy with humans' processes.

48 **Abstract**

49 Behavioural synchronization is adaptive, increasing social cohesion between group
50 members. In humans, affiliation is linked with a high level of synchronization, and individuals

51 prefer people who synchronize with them. Studying those phenomena at interspecific level is
52 essential to better understand the respective roles of ontogeny and evolution.

53 Here, we review recent findings on behavioural synchronization between dogs and
54 humans and the role of affiliation in it: as in humans, *i.* affiliation affects the degree of
55 synchronization of dogs towards humans; *ii.* and dogs prefer people who synchronize with
56 them.

57 To conclude, we have evidenced in dogs a new social process similar to what is found
58 in humans. We can say that as in humans, behavioural synchronization is a social glue
59 between dogs and humans. Mechanisms at play and implications of the findings are discussed.

60

61

62 **1. Etat de l'art**

63

64 Les comportements synchronisés non-conscients (c'est-à-dire sans but conscient de
65 faire la même chose) se retrouvent chez diverses espèces. Être synchronisé avec d'autres
66 individus est caractérisé par trois composantes. Premièrement, la partie temporelle de la
67 synchronisation, appelée synchronie temporelle, est définie comme une commutation
68 d'actions en même temps (Duranton & Gaunet, 2015, 2016a). Les actions peuvent être
69 identiques ou différentes - la caractéristique importante est la temporalité, la simultanéité du
70 changement. Deuxièmement, la partie comportementale de la synchronisation, appelée
71 synchronisation de l'activité (ou couplage comportemental ou allélomimétisme), est définie
72 comme le fait de présenter le même comportement en même temps (Chartrand & Bargh,
73 1999 ; Duranton & Gaunet, 2015, 2016a). Troisièmement, la partie locale de la
74 synchronisation, appelée synchronisation locale, est définie comme le fait d'être au même
75 endroit au même moment (Duranton & Gaunet, 2015, 2016a ; King & Cowlishaw, 2009). Là

76 encore, les actions peuvent être identiques ou différentes - la caractéristique importante est
77 l'emplacement. Ces trois composantes sont souvent observées ensemble et citées comme le
78 phénomène général de synchronisation comportementale au sens large (Louwerse, Dale, Bard
79 & Jeuniaux, 2012).

80 La synchronisation comportementale non-consciente offre de nombreux avantages
81 adaptatifs. Au sein des groupes, elle diminue la pression de prédation, et augmente également
82 l'efficacité des stratégies anti-prédation. Mais surtout, pour ce qui nous intéresse ici, être
83 synchronisé comportementalement avec les membres du groupe permet de créer des liens
84 d'affiliation entre les individus et renforce la cohésion du groupe (Duranton & Gaunet, 2016a).
85 L'affiliation, ou les liens affiliatifs, sont définis comme des liens d'attachement sélectifs et
86 perdurant dans le temps entre des individus (Feldman, 2012). Ce sont surtout les synchronies
87 locales et temporelles, plutôt que celle d'activité, qui jouent un rôle dans la vie de groupe. La
88 cohésion sociale repose sur le fait que les individus doivent être actifs ou bien inactifs en
89 même temps, rester proches et se déplacer vers les mêmes lieux, quelles que soient les
90 activités (voir Duranton & Gaunet 2016a pour plus de détails).

91 Ce rôle de cohésion sociale, c'est à dire de maintien des liens sociaux entre les
92 individus, est observé au sein de groupes mais également au sein de dyades, entre deux
93 individus (Duranton & Gaunet, 2016a ; Gaunet, Pari-Perrin & Bernardin, 2014). Même si elle
94 est observée chez diverses espèces appartenant à des taxa différents (e.g. grands dauphins
95 *Tursiops aduncus*, Sakai, Morisaka, Kogi, Hishii & Kohshima, 2010 ; barges à queue noire,
96 *Limosa limosa*, Gunnarsson, Gill, Sigurbjörnsson & Sutherland, 2004 ; orang-outans, *Pongo*
97 *pygmaeus*, Ross & Menzler, 2008), la synchronisation comportementale dyadique a été
98 principalement étudiée chez l'humain, *Homo sapiens*. Les partenaires humains synchronisent
99 leurs comportements dans de nombreuses situations quotidiennes : s'asseoir côte à côte
100 (Richardson, Marsh, Isenhower, Goodman & Schmidt, 2007), marcher ensemble (van Ulzen,

101 Lamoth, Daffertshofer, Semin, & Beek, 2008) ou simplement bavarder ensemble (Richardson,
102 Dale & Shockley, 2008).

103 La synchronisation comportementale dyadique est adaptative pour l'humain, car elle
104 contribue à une meilleure communication entre les individus en signalant la convergence des
105 états internes (Guéguen, Jacob, & Martin, 2009). Elle a même été proposée comme étant à la
106 base des comportements prosociaux (comportements volontaire dont résulte un bénéfice pour
107 un autre individu, Eisenberg, 1982), et reste dans tous les cas reconnue pour favoriser les liens
108 sociaux, l'affiliation entre les individus (voir Duranton & Gaunet 2016a). Ainsi, la
109 synchronisation comportementale et l'affiliation sont liées chez l'humain, et de façon
110 bidirectionnelle. En effet, la synchronisation comportementale augmente l'affiliation entre les
111 partenaires ; et inversement, plus deux individus sont affiliés, plus ils se comportent de
112 manière synchronisée (voir Duranton & Gaunet 2016a).

113 Même si la capacité de deux individus à se comporter en synchronisation, et les liens
114 avec les relations d'affiliation, ont été largement étudiés chez l'humain, ce phénomène est peu
115 documenté au niveau interspécifique. Il s'agit pourtant d'une approche comparative
116 essentielle pour mieux comprendre l'évolution de la synchronisation comportementale et de
117 ses liens avec l'affiliation, et ainsi le rôle qu'elle a pu jouer dans l'établissement
118 d'interactions stables entre espèces différentes (voir e.g. Bunford, Andics, Kis, Miklósi &
119 Gácsi, 2017 ou Kotz, Ravigani, & Fitch, 2018). Paukner, Suomi, Visalberghi, et Ferrari (2009)
120 ont ainsi montré que les singes capucins regardaient plus longuement et interagissaient
121 davantage avec un humain synchronisant son comportement sur le leur comparativement à un
122 humain qui ne se synchronisait pas. Les auteurs concluent alors que la synchronisation peut
123 jouer un rôle important dans les interactions interspécifiques, telles qu'entre humains et
124 primates non-humains (Paukner et al., 2009). La question concernant l'existence de la
125 synchronisation interspécifique dyadique entre les primates et les non-primates n'a quant à

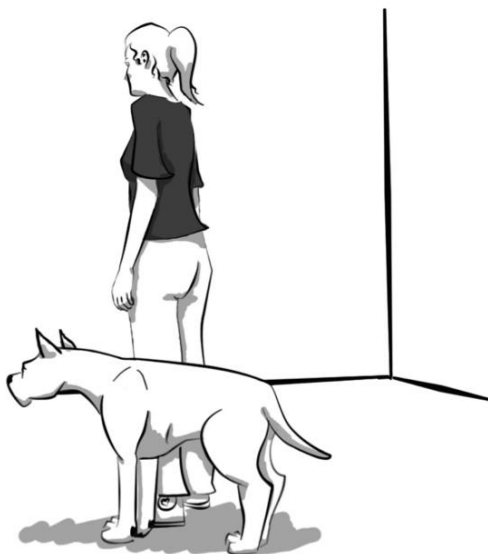
126 elle pas encore été étudiée. Bien que les groupes stables ou les dyades entre espèces
127 différentes soient répandus (voir Duranton & Gaunet, 2016a pour une revue), ceux impliquant
128 des primates et des non-primates sont peu répandus. Cependant, la relation unique des
129 humains et des chiens, qui ont une histoire commune de plus de 15 000 ans et forment des
130 groupes et dyades stables semble pouvoir permettre de répondre à cette question (voir
131 Duranton & Gaunet, 2015). De plus, le chien est considéré comme une espèce faisant montre
132 de beaucoup de synchronisation entre les membres d'un même groupe, tant dans la
133 temporalité et l'activité que la localisation (Scott & Fuller, 1965 ; Scott & Mcgray, 1967 ;
134 Vogel, Scott, & Marston, 1950 ; mais il y a un manque d'études récentes sur le sujet, voir
135 Duranton & Gaunet, 2015 pour une revue). Enfin, il a déjà été montré que le chien présente
136 des compétences de cognition sociale « *human-like* » et l'étude comparative de ces deux
137 espèces, très répandue, nous incite à proposer que la dyade humain-chien offre un modèle
138 biologique adéquat pour étudier la synchronisation comportementale interspécifique.

139

140 2. Mise en évidence de synchronisation comportementale entre chiens et

141 humains

A.



B.



142

143 **Figure 1.** Les chiens de compagnie synchronisent toutes les composantes de leurs
144 déplacements avec celles des humains en intérieur (A) et en extérieur (B). Les chiens
145 présentent une synchronie locale (ils restent proches et se déplacent dans la même direction
146 que leur propriétaire), une synchronie temporelle (ils passent de la station immobile au
147 déplacement, et inversement, quand les propriétaires le font) et une synchronie d'activité (ils
148 sont immobiles quand le propriétaire l'est, marchent lorsque le propriétaire marche à un
149 rythme normal et avancent rapidement en trottant ou en courant lorsque le propriétaire marche
150 vite). Adapté de Duranton, Bedossa & Gaunet, 2017a, 2018.

151 Pet dogs synchronize their movements with humans when walking inside (A) or
152 outside (B). Pet dogs exhibit local synchrony (staying close to their owner and moving
153 towards the same direction), temporal synchrony (switching from still to move, or move to
154 still, when the owner switches) as well as activity synchrony (they stay still when the owner is
155 still, they walk when the owner walks, at a normal or a fast pace according to the speed of
156 walk of the owner). Adapted from Duranton et al., 2017a, 2018.

157

158 Les études décrites dans les paragraphes suivants ont été conduites dans des conditions
159 similaires afin de pouvoir être au mieux contrôlées et comparées. Que ce soit en extérieur ou
160 en intérieur, humains démonstrateurs (les propriétaires des chiens ou bien les soigneurs du
161 refuge) avaient pour consignes de se déplacer (en marchant normalement, ou rapidement)
162 selon un trajet prédéfini, ou de s'arrêter à un endroit prédéfini. Les chiens étaient tous en
163 liberté, pour qu'une laisse ne vienne pas entraver ou modifier leurs réactions spontanées.
164 Leurs comportements étaient ensuite relevés : vitesse de déplacement des chiens, la latence
165 entre leur changement d'activité (marche/arret par exemple) et celui de la personne, ou encore
166 leur proximité avec la personne.

167

168 2.1. *Synchronie locomotrice*

169 Afin de mettre en évidence la synchronisation comportementale entre les deux espèces,
170 Duranton et al. (2017a) ont dans un premier temps cherché à savoir si, dans un espace fermé
171 calme mais non familier, lorsqu'ils sont libres (sans laisse) de se déplacer, les chiens de
172 compagnie synchronisent leur comportement locomoteur avec celui de leurs propriétaires
173 (voir la figure 1A). Les résultats indiquent que, quelle que soit leur race, les chiens de
174 compagnie synchronisent leur emplacement avec celui de leur propriétaire (demeurant à
175 proximité et se déplaçant dans la même zone), leur activité et leurs changements d'activités
176 (se déplaçant lorsque leur propriétaire se déplace, restant immobile quand leur propriétaire est
177 immobile, et regardant dans la même direction que leur propriétaire). L'étude a ainsi montré
178 l'existence d'une synchronisation comportementale des chiens à l'égard de leurs propriétaires.
179 En intérieur, les humains agissent donc comme des attracteurs pour leurs chiens, comme le
180 sont les mères pour leur jeune enfant (Campos, Anderson, Barbu-Roth, Hubbard, Hertenstein
181 & Witherington 2000 ; Clearfield, Osborne, & Mullen, 2008).

182 Jusque-là il n'y avait aucune preuve de l'existence d'une synchronisation
183 comportementale non-consciente entre le chien et l'humain, il était donc essentiel d'étudier
184 l'existence du phénomène dans un endroit contrôlé et calme. Cependant, être seul dans une
185 pièce vide est une situation plutôt rare pour les dyades propriétaire-chien. Ainsi, pour
186 approfondir la connaissance des propriétés cognitives de la synchronisation interspécifique,
187 Duranton et collègues (2018) ont étudié la synchronisation comportementale des chiens (sans
188 laisse) dans des conditions ayant plus de sens écologique pour les partenaires : dans des lieux
189 où les chiens ont l'habitude de se promener avec leurs propriétaires (voir la figure 1B). Là
190 encore les chiens synchronisent à la fois leur localisation (ils restent à proximité et se
191 déplacent dans la même direction) et leur activité (ils se déplacent lorsque leur propriétaire se
192 déplacent, au même rythme, et restent immobile lorsque leur propriétaire se tient immobile)

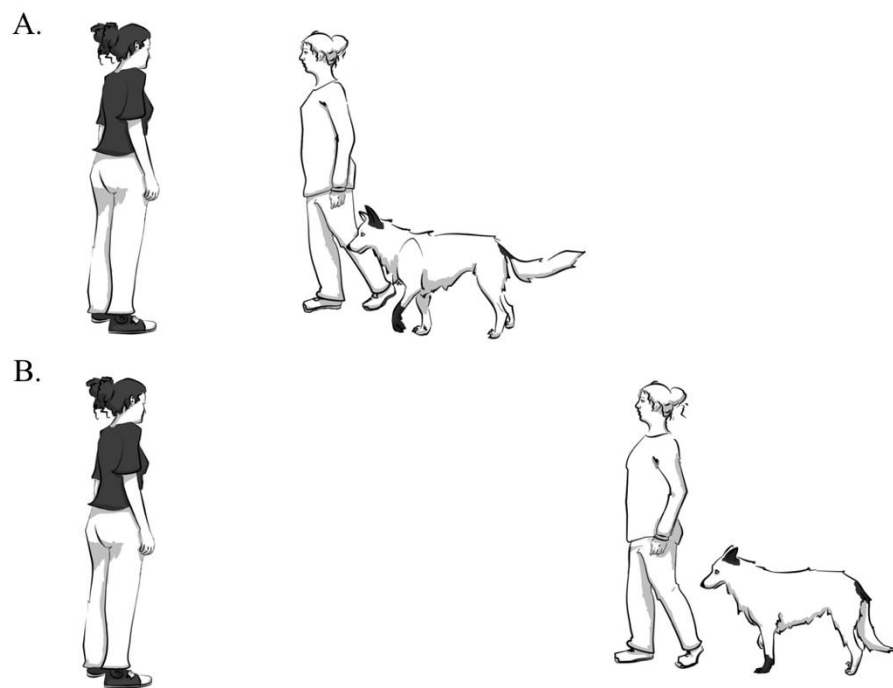
193 avec celles de leurs propriétaires. Vu que les chiens de compagnie synchronisent leur
194 comportement locomoteur avec celui de leurs propriétaires lorsqu'ils marchent librement
195 dans un espace non-familier clos et dans un espace familial et ouvert, le phénomène est
196 robuste.

197

198 *2.2. Référencement social*

199 Un domaine de recherche a récemment étudié l'existence de la synchronisation
200 comportementale des chiens avec les humains : le référencement social. Défini comme la
201 recherche d'informations chez un autre individu (le référent) pour guider son propre
202 comportement lors de la rencontre avec un stimulus ambigu (Klennert, Emde, Butterfield &
203 Campos, 1986), le référencement social a été originellement mis en évidence dans les
204 interactions entre les enfants humains et leurs mères. Le paradigme est comme suit : un
205 stimulus inconnu (nouvelle personne ou nouvel objet) est présenté à un enfant en présence de
206 sa mère, qui a pour consigne de se comporter de façon positive/curieuse, ou négative/effrayée.
207 De nombreuses études ont montré que la réaction de l'enfant vis à vis du stimulus
208 (l'approcher ou l'éviter) correspond à la réaction qu'a eue leur mère (De Rosnay, Cooper,
209 Tsigaras, & Murray 2006 ; Klennert et al., 1986 ; Walden, 1991). L'existence de
210 référencement social entre des chiens et des humains a ensuite été étudiée dans différentes
211 situations (voir par exemple Merola, Prato-Previde & Marshall-Pescini, 2012a ; Duranton,
212 Bedossa & Gaunet, 2016). Comme les enfants avec leur mère, face à un objet inconnu, les
213 chiens synchronisent leur réaction avec celle de leurs propriétaires. Si les propriétaires
214 réagissaient de manière positive, s'approchant de l'objet inconnu, les chiens s'en approchent,
215 alors que si les propriétaires réagissent négativement, s'éloignant de l'objet inconnu, les
216 chiens l'évitent aussi et en restent le plus loin possible (Merola et al., 2012a). Des résultats
217 similaires ont été mis en évidence lorsque la dyade fait face à une personne inconnue (voir la

218 figure 2): lorsque leur propriétaire réagit en s'éloignant de la personne, les chiens
219 synchronisent leur réaction avec celle de leur propriétaire et prennent plus de temps pour
220 s'approcher de l'étranger, (Duranton et al. 2016). Ces résultats fournissent des preuves de
221 processus similaires entre les dyades chiens-proprétaires et enfants-parents (De Rosnay et al.,
222 2006; Duranton et al., 2016; Mumme, Fenald, & Herrera, 1996 ; Walden, 1991).
223



224
225

226 **Figure 2.** Face à une personne non-familière, les chiens de compagnie présentent du
227 référencement social envers leur propriétaire en se basant uniquement sur le déplacement du
228 propriétaire : lorsque le propriétaire recule (B), les chiens mettent plus de temps pour
229 s'approcher de la personne non familière que lorsque le propriétaire se dirige vers elle (A).
230 Adapté de Duranton et al., 2016.

231 When facing an unfamiliar person, pet dogs exhibit social referencing towards their
232 owners based on their movement alone: when the owner gets away (B) from the unfamiliar

233 person, pet dogs took longer to approach her compare to when the owner walked towards her
234 (A). Adapted from Duranton et al., 2016.

235

236

237 **3. Lien entre affiliation et synchronisation comportementale dans la dyade** 238 **humain – chien.**

239

240

241 *3.1 Synchronie locomotrice*

242 Chez l'humain, on sait que plus deux individus sont affiliés, plus ils présentent de
243 synchronisation comportementale (Duranton & Gaunet, 2016a). Il est donc pertinent d'étudier
244 la relation entre l'affiliation et la synchronisation comportementale au niveau interspécifique
245 pour comprendre son histoire évolutive chez le chien, mais également, grâce à la cognition
246 comparée, chez l'humain. Les chiens domestiques, en tant qu'espèce, sont divisés en
247 différentes sous-populations telles que les chiens errants, les chiens de compagnie, les chiens
248 de travail (chiens de police, chiens-guides) et les chiens de refuge (Duranton & Gaunet,
249 2016b). Chacune est caractérisée par différents degrés et types d'interaction avec les humains.
250 Cela fait du chien un modèle approprié pour étudier l'effet de l'affiliation sur la
251 synchronisation comportementale interspécifique. Par exemple, les compétences de
252 synchronisation comportementale chez les chiens de compagnie - vivant dans des foyers
253 humains et présentant des liens affectifs avec les humains - peuvent être expérimentalement
254 comparées à celles des chiens de refuge qui vivent isolés socialement et sont privés de contact
255 prolongé avec les humains (voir Duranton & Gaunet 2016b pour un exemple de l'effet de la
256 vie en refuge sur les compétences sociales des chiens avec les humains). Duranton, Bedossa et
257 Gaunet (2019a) ont donc étudié si l'affiliation entre les partenaires influençait le degré de

258 synchronisation comportementale lorsque les chiens et les humains marchaient librement à
259 l'extérieur. Les auteurs ont mené une expérience aussi semblable que possible à celle de
260 Duranton et al. (2018), mais avec des chiens de refuge et leurs soigneurs habituels, des
261 partenaires liés par un degré d'affiliation plus faible que les chiens de compagnie et leur
262 propriétaire. Les résultats ont montré que les chiens de refuge présentent une synchronie
263 locale avec leurs soigneurs mais moins prononcée que celle des chiens de compagnie avec
264 leurs propriétaires, c'est-à-dire qu'ils passent moins de temps à proximité de leur soigneur. Les
265 chiens de refuge montrent également une synchronie d'activité et temporelle lors des
266 changements entre les stations immobile, de déplacement lent ou rapide, ce à un degré
267 significativement inférieur que ce qui est trouvé entre les chiens de compagnie et leurs
268 propriétaires. Comme ce qui est connu entre humains, il y a donc une influence de l'affiliation
269 sur le degré de synchronisation comportementale entre les chiens et les humains, deux
270 partenaires d'espèces différentes (Duranton, Bedossa et Gaunet (2017b).

271

272 *3.2 Référencement social*

273 De plus, chez l'humain, on sait que l'affiliation entre le sujet et le référent est
274 importante pour observer du référencement social : lorsque le sujet n'est pas affilié au référent,
275 il ne présente pas de référencement social (Zarbatany & Lamb, 1985 ; Klinnert, et al.,1986).
276 Pour aller plus loin dans la compréhension du rôle de l'affiliation dans la synchronisation
277 comportementale chien-humain, il est donc pertinent d'observer son effet dans le paradigme
278 du référencement social. Ici encore, la relation entre les chiens et les personnes est essentielle.
279 Même si le référencement social peut se produire entre des chiens de travail et des humains
280 non affiliés, lorsqu'il y a eu un apprentissage, une éducation spécifique dans ce sens (e.g.
281 c'est le cas de chiens de sauvetage en mer, éduqués pour prêter attention aux signaux
282 comportementaux et émotionnels de la personne inconnue qu'ils vont secourir ; Merola,

283 Marshall-Pescini, D'Aniello & Prato-Previde, 2013), chez les chiens de compagnie
284 l'affiliation joue un rôle essentiel. En effet, les chiens utilisent mieux les réactions
285 référentielles d'humains familiers que celles des personnes auxquelles ils ne sont pas affiliés
286 (Merola, Prato-Previde, Lazzaroni, & Marshall-Pescini, 2014). Face à un objet non familier,
287 les chiens modifient leur réaction comportementale en fonction de la réaction de leur
288 propriétaire (positive ou négative) ; mais lorsque le référent est une personne à laquelle les
289 chiens n'étaient pas affiliés, les chiens ne modifiaient pas leur réaction comportementale en
290 fonction de celle du référent (Merola, Prato-Previde & Marshall-Pescini, 2012b). En accord
291 avec ces résultats, il a également été récemment montré que, face à une personne non
292 familière, les chiens de refuge ne se réfèrent pas au comportement de leur soigneur,
293 contrairement aux chiens de compagnie avec leurs propriétaires (Duranton, 2017 ; Duranton
294 et al., 2017b). Ces résultats soulignent l'importance du lien affectif entre les humains et les
295 chiens pour pouvoir observer du référencement social, comme chez l'humain.

296

297 *3.3 Effet de la synchronisation sur les préférences sociales*

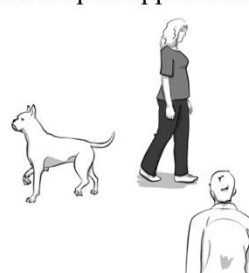
298 Enfin, dans une dernière étude, Duranton et ses collègues ont étudié la
299 bidirectionnalité de la relation entre l'affiliation et la synchronisation comportementale. Chez
300 les humains, on sait que les personnes montrent une plus grande affiliation avec les individus
301 qui sont synchronisés avec leur comportement, même s'ils n'en sont pas conscients
302 (Chartrand & Bargh, 1999). De plus, quand deux personnes ont des comportements
303 synchronisés, sans en être conscients, ils estiment que l'interaction était plus agréable, s'est
304 mieux passée (Sanchez-Burks, Bartel & Blount, 2000). Cependant, il existe peu de données
305 sur l'impact de la synchronisation à un niveau interspécifique. Si plus les dyades chien-
306 humain sont affiliées, plus elles montrent une synchronisation comportementale, est-ce que
307 cela fonctionne dans l'autre sens? La synchronisation comportementale augmente-t-elle

308 l'affiliation entre les chiens et les humains? Tout d'abord, on sait que les humains montrent
309 une affiliation accrue pour les chiens qui synchronisent leurs comportements avec eux (restant
310 près d'eux, jouant quand ils veulent jouer, Protopopova & Wynne, 2014). Deuxièmement,
311 Duranton, Bedossa et Gaunet (2019b) ont démontré que la synchronisation des humains avec
312 les chiens affecte les préférences sociales de ces derniers (voir la figure 3). Confrontés à deux
313 personnes inconnues, les chiens de compagnie manifestent une préférence sociale pour la
314 personne qui a synchronisé son activité locomotrice avec eux (Duranton et al., 2019b)
315 comparé à celle qui s'est comporté de façon aléatoire. Comme chez l'humain, notamment
316 chez l'enfant pré-verbal (Cirelli, Einarson, & Trainor 2014; Cirelli, Wan, & Trainor, 2014;
317 Cirelli, Wan & Trainor, 2016; Tunçgenç, Cohen, & Fawcett 2015) la synchronisation
318 comportementale est donc également un liant social chez les chiens (Lakin, Jefferis, Cheng &
319 Chartrand, 2003 : « *social glue* ») : elle participe à la création et au maintien du lien des
320 chiens envers les humains. C'est la première fois qu'une telle capacité, semblable à celle des
321 humains, a été mise en évidence chez les canidés à un niveau interspécifique.
322

A1. Activité locomotrice de l'inconnue synchronisée avec celle du chien



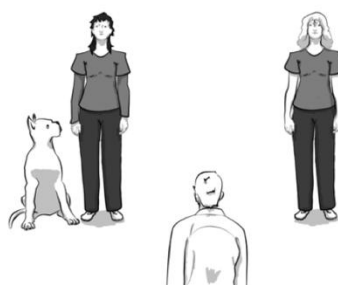
A2. Activité locomotrice de l'inconnue aléatoire par rapport à celle du chien



← Ordre contrebalancé
entre les chiens →



B. Test de Préférence



323

324 **Figure 3.** Les chiens de compagnie présentent une préférence sociale pour les personnes qui
325 synchronisent leur comportement avec eux : après avoir rencontré deux personnes inconnues - l'une se
326 synchronisant avec eux (A1), l'autre en se déplaçant de manière aléatoire (A2) - les chiens de
327 compagnie, placés dans un test de préférence, choisissent préférentiellement la personne qui s'est
328 synchronisée avec eux (B). Le propriétaire est présent, visible de dos sur la figure. Adapté de
329 Duranton et al., 2019b.

330 Pet dogs exhibit social preference towards people who synchronize with them. After
331 meeting two unfamiliar persons - one synchronizing with them (A1), the other one moving
332 randomly (A2)- confronted with a preference test, pet dogs preferentially choose the
333 synchronized person (B). Adapted from Duranton et al., 2019b.

334

335

336 **4. Discussion**

337

338 *4.1. La synchronisation comportementale : une nouvelle capacité cognitive sociale* 339 *similaire entre chiens et humains*

340 Cette revue de questions révèle pour la première fois des compétences de
341 synchronisation comportementale chez les chiens semblables à ce que l'on retrouve chez les
342 humains. Il s'agit d'un nouveau processus social mis en évidence chez les chiens, dans le cadre
343 de la cognition sociale interspécifique, fonctionnellement analogue à celui observé chez
344 l'humain.

345 Ce n'est pas la première capacité cognitive sociale des chiens que l'on trouve
346 analogue à celle des humains.

347 Par exemple, la capacité à produire des signaux comportementaux de communication
348 référentielle (i.e. faisant référence à un stimulus extérieur à la dyade), dit comportements
349 référentiels (Gaunet, 2008, 2010 ; Gaunet & El Massioui, 2014 ; Savalli, Ades & Gaunet,

350 2014 ; Savalli, Resende & Gaunet, 2016 ; Townsend et al., 2017). Le paradigme pour le
351 mettre en évidence est comme suit: en l'absence de son maître, un chien voit l'endroit où
352 l'expérimentateur cache une croquette ou un jouet. Les comportements du chien lorsque son
353 maître revient sont ensuite observés. Les résultats de ces études ont montré que les
354 comportements produits par les chiens (alternances de regards entre la cible et le maître,
355 regards vers la cible, regards vers le maître, orientation corporelle et positionnement près de la
356 cible) sont bien des comportements référentiels, mis en jeu dans une communication
357 intentionnelle et fonctionnelle (Gaunet & Deputte, 2011). En effet, ils vérifient les propriétés
358 des comportements référentiels : *a*) effectuer des alternances de regard entre l'humain et la
359 cible, *b*) effectuer des comportements de recherche d'attention (e.g. regard vers l'humain,
360 vocalisations), *c*) ces comportements se révèlent lorsqu'il y a une audience uniquement, *d*) un
361 effet de la direction de l'attention de l'humain s'exerce sur leur manifestation, et *e*) ces
362 comportements persistent et *f*) s'élaborent quand la tentative de communication vers l'humain
363 échoue (Leavens 2004 ; Leavens et al., 2005 ; Gaunet & Deputte, 2011). On retrouve ces
364 comportements avec ces mêmes propriétés chez le bébé de 1 an à 2 ans (Bates, Camaioni, &
365 Volterra, 1975 ; Camaioni, 2017 ; Liszkowski, 2011 ; Tomasello, Carpenter & Liszkowski,
366 2007).

367 Les chiens sont aussi, comme les humains, capables d'utiliser des indices de
368 communication humaine : ils sont capables de suivre le pointé du doigt et le regard d'un
369 démonstrateur humain (Duranton, Range & Virányi, 2017 ; Hare & Tomasello, 2005 ;
370 Miklósi, Polgárdi, Topál & Csányi, 1998 ; Kaminski, Schulz & Tomasello, 2012). Plus
371 particulièrement, les chiens suivent mieux le regard des humains s'il est accompagné de
372 signaux ostensifs de communication (Duranton et al., 2017; Kaminski et al., 2012 ; Tauzin,
373 Csik, Kis, & Topál, 2015). Cette sensibilité au caractère ostensif du signal de communication
374 est retrouvé chez les enfants humains qui ne suivent le regard des autres personnes que s'il est

375 précédé de signaux de communication clairs dès leur plus jeune âge (D'Entremont, Hains, &
376 Muir 1997 ; Farroni, Massaccesi, Pividori & Johnson, 2004 ; Senju & Csibra, 2008). Il a été
377 proposé que les chiens apprennent, au cours de leur ontogénèse dans un environnement social
378 humain -comme les jeunes enfants- à porter attention aux comportements des
379 humains/adultes après une communication dirigée vers eux, c'est à dire précédée de signaux
380 pour attirer leur attention (Bräuer, Kaminski, Riedel, Call & Tomasello, 2006 ; Tausin et al.,
381 2015). Après qu'un démonstrateur s'adresse aux enfants ou aux chiens, ceux-ci deviennent
382 plus réceptifs aux comportements de ce dernier, et les suivent mieux (Duranton et al., 2017 ;
383 Gergely & Csibra, 2006 ; Topál, Gergely, Erdőhegyi, Csibra, & Miklósi, 2009). Il est
384 d'ailleurs proposé que cette synchronisation comportementale (suivre les comportements)
385 facilite la transmission de l'information entre individus, ainsi que son acquisition par le
386 récepteur. Il est également proposé que la synchronisation comportementale est favorisée par
387 une communication ostensive, (que ce soit entre humains, ou entre humains et chiens),
388 permettant d'éviter les conflits et d'augmenter les actions communes, pouvant aller jusqu'à la
389 coopération (Duranton et al., 2017 ; Duranton & Gaunet, 2015 ; Topál, Kis & Oláh, 2014).

390 Être synchronisé avec d'autres individus est en effet important pour éviter les
391 malentendus concernant les intentions comportementales, gérer avec succès les interactions et
392 promouvoir l'affiliation sociale, et par conséquent, pour apprendre les contingences dans le
393 monde social (Ferrari, Visalberghi, Paukner, Fogassi, Ruggiero & Suomi, 2006). Ces
394 avantages s'appliquent également aux chiens. La synchronisation comportementale a été
395 désignée liant social chez les humains, et le présent travail montre qu'elle agit également
396 comme un liant social entre les chiens et les humains. Les chiens synchronisent leurs
397 comportements avec ceux des humains dans une variété de situations, et le degré de
398 synchronisation comportementale dépend du degré d'affiliation entre les partenaires sociaux.
399 Comme c'est le cas entre les humains, plus un chien est affilié à un humain, plus la

400 synchronisation comportementale sera importante. En outre, les chiens présentent des
401 préférences sociales pour les personnes qui se synchronisent avec eux.

402

403 *4.2. Comprendre la présence de cette synchronisation comportementale*
404 *interspécifique chez le chien par les quatre questions de Tinbergen.*

405 Expliquer la présence d'un comportement chez une espèce peut être fait en répondant
406 aux quatre questions de Tinbergen. Ainsi, nous proposons de répondre à la question
407 « comment expliquer que les chiens présentent une telle capacité? » grâce à cette démarche
408 tinbergennienne.

409

410 *4.2.1. Les causes ultimes de la synchronisation comportementale*

411 D'un point de vue *fonctionnel*, les chiens ont des avantages à synchroniser leurs
412 comportements avec ceux des humains : cela crée une affiliation accrue, menant
413 potentiellement à plus de prosocialité de la part des humains (plus de soins par exemple)
414 augmentant ainsi la survie et la forme physique des chiens, ainsi que la survie de leurs petits
415 (Duranton, 2017, Chapitre 6). Ceci est en accord avec les données comparant la condition
416 physique et la survie des chiots qui sont meilleures chez les chiens de compagnie que dans les
417 autres populations de chiens (voir Duranton, 2017, Chapitre 6).

418 D'un point de vue *phylogénétique*, l'hypothèse de la Cognition Domestiquée a été
419 avancée (Hare, Brown, Williamson, & Tomasello, 2002 ; Hare, Plyusnina, Ignacio, Schepina,
420 Stepika & Wrangham, 2005) et propose que les humains et les chiens ont subi des pressions
421 sélectives similaires sur les compétences sociales et l'affiliation, conduisant ainsi à
422 l'apparition convergente chez les deux espèces de compétences analogues quant à la
423 communication (Hare, 2017). Des études sont également nécessaires pour déterminer si cette
424 compétence sociale est apparue tôt dans la domestication du chien, c'est à dire avant la

425 sélection artificielle active faite par les humains, ou si elle est associée à la sélection des races
426 (voir par exemple MacLean, Herrmann, Suchindra & Hare, 2017). La présente revue peut
427 répondre partiellement à cette question à travers l'étude de la synchronisation
428 comportementale chez deux groupes de races différentes. Lorsque nous avons examiné la
429 synchronisation comportementale entre partenaires affiliés, nous avons constaté que les
430 chiens de compagnie présentaient un grand degré de synchronisation comportementale quelle
431 que soit la race testée (par exemple Duranton et al., 2017c). Cela serait donc cohérent avec le
432 fait qu'il n'a pas été trouvé d'influence du sexe du chien sur leur degré de synchronisation
433 comportementale avec les humains (Duranton et al., 2017a, 2018, 2019ab). Ces résultats
434 suggèrent donc que la compétence sociale « se synchroniser avec l'humain » aurait pu être
435 sélectionnée lors de la domestication précoce, c'est à dire chez tous les chiens quels que soit
436 leur groupe de race ou leur sexe. Cependant, nous avons constaté qu'au contraire, la
437 sensibilité des chiens aux signaux sociaux des humains, particulièrement lorsque ces humains
438 ne sont pas familiers, est influencée par la race et pourrait donc avoir évolué durant la
439 sélection artificielle moderne (Duranton et al., 2016, 2019b). Nous proposons donc que la
440 capacité de se synchroniser avec les humains, et la sensibilité à la synchronisation
441 comportementale des humains, sont deux capacités qui ont été sélectionnées à différents
442 moments dans l'histoire évolutive des chiens. La première aurait été sélectionnée tôt dans la
443 domestication car adaptative pour les chiens évoluant avec les humains et on la retrouve donc
444 chez tous les chiens ; et la seconde plus tardivement, avec la sélection artificielle liée à une
445 sélection spécifique chez certaines races.

446

447 *4.2.2. Les causes proximales de la synchronisation comportementale*

448 D'un point de vue *ontogénétique*, on sait que les comportements sont le résultat
449 d'interactions entre l'hérédité et l'environnement (Gottlieb, 2002). Si l'on considère

450 l'ontogenèse des aptitudes sociales des chiens vis-à-vis des humains, incluant la
451 synchronisation comportementale, les similitudes entre les processus de socialisation des
452 humains et des chiens de compagnie pourraient expliquer les similitudes dans les
453 compétences sociales observées chez ces espèces. Comme les chiens de compagnie et les
454 enfants se développent dans un environnement humain, ils ont des opportunités
455 d'apprentissage similaires, qui se traduisent par des comportements sociaux communs
456 (MacLean et al., 2017). Cela nous amène à l'hypothèse dite des Deux Étapes (Udell, Dorey &
457 Wynne, 2010, 2012 ; Udell & Wynne, 2010 ; Wynne, Udell & Lord, 2008 ; Wynne, 2016).
458 Cette hypothèse suggère que l'ontogenèse a un impact majeur sur la cognition sociale des
459 chiens vis-à-vis des humains (par exemple Udell et al., 2010 ; Wynne et al., 2008). Selon cette
460 hypothèse, deux étapes sont essentielles pour qu'une espèce acquière une sensibilité aux
461 signaux communicatifs des humains. L'étape 1 consiste à être au contact des humains dès le
462 début du développement, ce qui permet aux chiens de considérer les humains comme des
463 partenaires sociaux (les auteurs parlent même d'empreinte à l'humain, voir Udell et al., 2010) ;
464 et l'étape 2 consiste en des expériences de vie permettant aux chiens d'apprendre les
465 mouvements corporels des humains qui ont du sens au quotidien (Udell et al., 2010). La
466 présente revue a fourni des données cohérentes avec cette hypothèse. Les chiens de
467 différentes sous-populations (et donc avec différents niveaux d'interaction avec les humains)
468 présentent bien différents degrés de synchronisation comportementale avec les humains
469 (Duranton et al., 2017b, 2019a). Le rôle de l'ontogenèse est confirmé par le fait que les chiens
470 de compagnie plus âgés sont plus rapides à changer spontanément d'action après que leurs
471 propriétaires aient changé d'action (synchronie temporelle, Duranton et al., 2017a). Nous
472 encourageons l'étude de l'existence et des propriétés de la synchronisation comportementale
473 chez diverses populations de canidés (chiots, chiens errants, mais aussi loups habitués à

474 l'humain, renards habitués à l'humain, etc.) afin de mieux comprendre le rôle de l'ontogenèse
475 dans la synchronisation comportementale interspécifique.

476 Cependant, même si le domaine de recherche sur la synchronisation comportementale
477 chien-humain est très prometteur, il reste encore beaucoup à étudier. En particulier, la
478 quatrième question de Tinbergen, expliquant un comportement du point de vue des
479 *mécanismes* sous-jacents, doit être explorée plus en détail. Divers mécanismes
480 comportementaux pourraient être en jeu dans la synchronisation comportementale du chien
481 décrite dans la présente revue. Dans la vie quotidienne, les propriétaires contrôlent l'accès à la
482 laisse, aux loisirs, aux activités et à la nourriture des chiens. Les propriétaires choisissent le
483 moment, la direction et la durée des promenades. Ils choisissent également l'heure et le lieu où
484 le chien rencontre d'autres chiens, humains, etc. Le fait que le propriétaire prenne
485 principalement des décisions, comme l'initiation des nouvelles directions de marche, peut être
486 considéré comme un type de leadership (Duranton et al., 2017a), qui serait donc un
487 mécanisme possible à l'œuvre (voir par exemple chez les génisses Dumont, Boissy, Achard,
488 Sibbald & Erhard, 2005; et chez les gorilles Condadt & Roper, 2005). De plus, les leaders sont
489 souvent des individus possédant des connaissances / compétences particulières concernant,
490 par exemple, l'environnement, et cela peut donc être le cas des humains par rapport aux chiens
491 dans nos sociétés (Ákos, Beck, Nagy, Vicsek & Kubinyi, 2014). Un autre mécanisme, plus
492 probable, pour la synchronisation comportementale entre les chiens et les humains, est que le
493 suivi de leurs propriétaires dans de nombreuses situations est renforcé chez les chiens, faisant
494 donc appel au mécanisme de conditionnement opérant. Quand un chien est en laisse, le
495 propriétaire tire souvent sur la laisse dès que le chien tire, créant des sensations douloureuses
496 qui disparaissent seulement lorsque le chien suit le propriétaire : c'est un renforcement négatif
497 pour synchroniser les mouvements du chien avec ceux du propriétaire (Gaunet & Deldalle,
498 2014). Que leurs chiens soient en laisse ou non, de nombreux propriétaires les caressent ou

499 leur donnent des friandises s'ils suivent, ou s'ils reviennent quand ils sont appelés : c'est un
500 renforcement positif pour synchroniser leurs mouvements avec ceux du propriétaire
501 (Duranton et al., 2017a). Ces deux mécanismes pourraient contribuer au fait que les chiens
502 synchronisent leurs mouvements (localisation, direction, vitesse de marche) avec ceux de leur
503 propriétaire. De plus, comme chez les humains, ne pas se synchroniser peut être trop coûteux
504 pour la dyade (diminution de la cohésion et de la communication) (Oullier & Scott Kelso,
505 2009) ; ou du moins, ne pas être synchronisé avec leurs propriétaires peut être trop coûteux
506 pour les chiens (par exemple, ils peuvent alors recevoir une punition, Duranton et al., 2017a),
507 même dans d'autres conditions que la marche. L'effet de l'apprentissage à travers les
508 expériences de vie est également confirmé par la constatation selon laquelle lors des
509 changements d'activités, plus les chiens sont âgés, plus la synchronie temporelle est élevée
510 (Duranton et al., 2017a). Cet effet de l'apprentissage est également confirmé par l'effet de
511 l'affiliation discuté précédemment. Ceci suggère que l'apprentissage et l'affiliation sont
512 impliqués dans la synchronisation du comportement du chien avec celui de l'humain.
513 Cependant, on pourrait argumenter que les études décrites ont seulement mis en évidence une
514 synchronisation due à la recherche de proximité chez les chiens. Les comportements de
515 recherche de proximité sont des comportements visant à garder ou à reprendre contact /
516 proximité avec un individu, principalement lors d'une réaction anxieuse (Fallani, Prato-
517 Previde & Valsecchi, 2007). Comme la recherche de proximité est liée à l'affiliation (Gácsi,
518 Topál, Miklósi, Dóka & Csányi, 2001 ; Topál, Miklósi, Csányi & Dóka, 1998), cela pourrait
519 aussi expliquer pourquoi un plus faible degré de synchronisation comportementale a été
520 observé dans les dyades chien-humain à faible affinité. Même si toutes les études ont limité le
521 stress autant que possible afin d'éviter une réaction anxieuse des chiens qui aurait pu conduire
522 à la recherche de proximité, d'autres études sont nécessaires pour clarifier le rôle de chacun de

523 ces deux phénomènes. Enfin, des études sur d'autres mécanismes, tels que physiologiques et
524 neuraux, clarifieront les fondements de la synchronisation comportementale chien-humain.

525

526 *4.3. Conclusion*

527 En conclusion, nous proposons que la synchronisation comportementale a une base
528 génétique (maintenue par l'évolution et la domestication), mais peut être modulée par des
529 expériences de vie (effet d'affiliation) incluant de nombreux apprentissages.

530 Il y a encore beaucoup à comprendre, notamment en ce qui concerne les mécanismes
531 cognitifs en jeu liés à la synchronisation comportementale interspécifique entre les chiens et
532 les humains. Chez les humains, la synchronisation comportementale est considérée comme
533 une condition préalable à l'empathie et à la prosocialité (Asendorpf, Warkentin &
534 Baudonnière, 1996 ; Kirschner & Tomasello, 2010 ; Mogan, Fisher & Bulbulia, 2017 ;
535 Stupacher, Maes, Witte, & Wood, 2017 ; Valdesolo, Ouyang & DeSteno, 2010 ; Xavier,
536 Tilmont & Bonnot, 2013), mais est-ce la même chose pour la synchronisation entre les chiens
537 et les humains ? Si les chiens montrent une synchronisation comportementale avec nous,
538 manifesteront-ils également de la prosocialité et de l'empathie envers nous? Tenir compte de
539 la synchronisation comportementale dans ces domaines d'études fournirait des informations
540 pertinentes et ajouterait à notre compréhension. En effet, la prosocialité envers les congénères
541 familiers a récemment été mise en évidence chez les chiens (Quervel-Chaumette, Dale &
542 Marshall-Pescini, 2016a), mais les études n'ont jusqu'ici pas réussi à observer la prosocialité
543 envers les humains (Marshall-Pescini, Dale, Quervel-Chaumette & Range, 2016 ; Quervel-
544 Chaumette, Mainix, Range & Marshall-Pescini, 2016b). Etudier la prosocialité chez les
545 partenaires chien-humain avec un haut niveau de synchronisation comportementale
546 (préalablement observé) pourrait ainsi apporter un éclairage nouveau. C'est un axe de
547 recherche très prometteur, compte tenu notamment de l'importance des chiens en tant que

548 modèle biologique pour comprendre les comportements sociaux des humains (voir, par
549 exemple, Bunford et al. 2017).

550

551 **Remerciements**

552 Les auteurs remercient Cécilia Lecomte pour ses dessins et Stéphanie Deldalle pour sa
553 relecture et ses suggestions.

554

555 **Références**

556

557 Ákos, Z., Beck, R., Nagy, M., Vicsek, T., & Kubinyi, E. (2014). Leadership and path
558 characteristics during walks are linked to dominance order and individual traits in dogs.

559 *PLoS Computational Biology*, *10*(1), e1003446.

560 Asendorpf, J.B., Warkentin, V., & Baudonnière, P.-M. (1996). Self-awareness and other-
561 awareness II, Mirror self-recognition, social contingency, awareness, and synchronic

562 imitation. *Developmental Psychology*, *32*(2), 313-321.

563 Bates, E., Camaioni, L., & Volterra, V. (1975). The acquisition of performatives prior to
564 speech. *Merrill-Palmer quarterly of behavior and development*, *21*(3), 205-226.

565 Bräuer, J., Kaminski, J., Riedel, J., Call, J., & Tomasello, M. (2006). Making inferences about
566 the location of hidden food: social dog, causal ape. *Journal of Comparative*

567 *Psychology*, *120*, 38–47.

568 Bunford, N., Andics, A., Kis, A., Miklósi, Á., & Gácsi, M. (2017). *Canis familiaris* as a
569 model for non-invasive comparative neuroscience. *Trends in Neuroscience*, *40*(7),

570 438-452.

571 Camaioni, L. (2017). The development of intentional communication: A re-analysis. In *New*
572 *perspectives in early communicative development* (pp. 82-96). Routledge.

573 Campos, J. J., Anderson, D. I., Barbu-Roth, M. A., Hubbard, E. M., Hertenstein, M. J., &
574 Witherington, D. (2000). Travel broadens the mind. *Infancy*, 1(2), 149–219.

575 Chartrand, T.L., & Bargh, J.A. (1999). The chameleon effect: The perception-behavior link
576 and social interaction. *Journal of Personality and Social Psychology*, 76 (6), 893-910.

577 Chartrand, T.L., & Lakin, J.L. (2013). The antecedents and consequences of human
578 behavioral mimicry. *Annual Review of Psychology*, 64, 285-308.

579 Cirelli, L. K., Einarson, K. M., & Trainor, L. J. (2014). Interpersonal synchrony increases
580 prosocial behavior in infants. *Developmental science*, 17(6), 1003-1011.

581 Cirelli, L. K., Wan, S. J., & Trainor, L. J. (2014). Fourteen-month-old infants use interpersonal
582 synchrony as a cue to direct helpfulness. *Philosophical Transaction of the Royal Society
583 of London B: Biological Science*, 369.

584 Cirelli, L. K., Wan, S. J. & Trainor, L. J. (2016). Social effects of movement synchrony:
585 Increased infant helpfulness only transfers to affiliates of synchronously moving partners.
586 *Infancy* 21: 807-821.

587 Clearfield, Osborne & Mullen (2008). Learning by looking: infants' social looking behavior
588 across the transition from crawling to walking. *Journal of Experimental Child
589 Psychology*, 100, 297–307.

590 Conradt, L. & Roper, T. J. (2005). Consensus decision making in animals. *Trends in Ecology
591 and Evolution*, 20, 449-456.

592 D'Entremont, B., Hains, S. M. J., & Muir, D. W. (1997). A demonstration of gaze following
593 in 3- to 6-month-olds. *Infant Behaviour Development*, 20, 569–572.

594 De Rosnay, M., Cooper, P. J., Tsigaras, N. & Murray, L. (2006). Transmission of social
595 anxiety from mother to infant: an experimental study using a social referencing
596 paradigm. *Behaviour Research and Therapy*, 44, 1165-1175.

597 Dumont, B., Boissy, A., Achard, C., Sibbald, A.M. & Erhard, H. W. (2005). Consistency of
598 animal order in spontaneous group movements allows the measurement of leadership
599 in a group of grazing heifers. *Applied Animal Behaviour Science*, 95, 55-66.

600 Duranton, C. (2017). Dog-human behavioral synchronization and affiliation. PhD Manuscript.

601 Duranton, C., Bedossa, T., & Gaunet, F. (2016). When facing an unfamiliar person, pet dogs
602 present social referencing based on their owner's direction of movement alone. *Animal*
603 *Behaviour*, 113, 147-156.

604 Duranton, C., Range, F., & Virányi, Z. (2017). Do pet dogs (*Canis familiaris*) follow
605 ostensive and non-ostensive human gaze to distant space and to objects? *Royal Society*
606 *Open Science*, 4: 170349.

607 Duranton, C., Bedossa, T., & Gaunet, F. (2017a). Interspecific behavioural synchronization :
608 Dogs present locomotor synchrony with humans. *Scientific Reports*, 7, 12384.

609 Duranton, C., Bedossa, T., & Gaunet, F. (2017b). Do shelter dogs engage in social
610 referencing with their caregiver in an approach paradigm? An exploratory study.
611 *Applied Animal Behaviour Science*, 189, 57-65.

612 Duranton, C., Bedossa, T., & Gaunet, F. (2018). Pet dogs synchronize their walking pace with
613 that of their owners in open outdoor areas. *Animal Cognition*, 21(2), 219-226.

614 Duranton, C., Bedossa, T., & Gaunet, F. (2019a). When walking in an outside area, shelter
615 dogs (*Canis familiaris*) synchronize activity with their caregivers, but do not remain as
616 close to them as do pet dogs. *Journal of Comparative Psychology*, 133(3):397-405.

617 Duranton, C., Bedossa, T. & Gaunet, F (2019b). Pet dogs exhibit social preference for people
618 who synchronize with them: what does it tell us about the evolution of behavioral
619 synchronization? *Animal Cognition*, 22(2), 243-250.

620 Duranton, C., & Gaunet, F. (2015). *Canis sensitivus*: Affiliation and dogs' sensitivity to
621 others' behavior as the basis for synchronization with humans? *Journal of Veterinary*
622 *Behavior : Clinical Applications and Research*, *10*, 513-524.

623 Duranton, C., & Gaunet, F. (2016a). Behavioural synchronization from an ethological
624 perspective: Short overview of its adaptive values. *Adaptive Behavior*, *24*(3), 181-191.

625 Duranton, C., & Gaunet, F. (2016b). Effects of shelter housing on dogs' sensitivity to human
626 social cues. *Journal of Veterinary Behavior: Clinical Applications and Research*, *14*,
627 20-27.

628 Eisenberg, N. (1982). The development of reasoning about prosocial behavior. In N.
629 Eisenberg (Ed.), *The development of prosocial behavior* (pp. 219-249). New York:
630 Academic Press.

631 Fallani, G., Prato-Previde, E., & Valsecchi, P. (2007). Behavioral and physiological responses
632 of guide dogs to a situation of emotional distress. *Physiology & Behavior*, *90*, 648-
633 655.

634 Farroni, T., Massaccesi, S., Pividori, D., & Johnson, M. H. (2004). Gaze following in
635 newborns. *Infancy*, *5*, 39-60.

636 Feldman, R. (2012). Parent-infant synchrony: a biobehavioral model of mutual influences in
637 the formation of affiliative bonds. DOI: 10.1111/j.1540-5834.2011.00660.x

638 Ferrari, P. F., Visalberghi, E., Paukner, A., Fogassi, L., Ruggiero, A., & Suomi, S. J. (2006).
639 Neonatal imitation in rhesus macaques. *PLoS Biology*, *4*, e302.

640 Gácsi, M., Topál, J., Miklósi, Á., Dóka, & Csányi, V. (2001). Attachment behavior of adult
641 dogs (*Canis familiaris*) living at rescue centers: forming new bonds. *Journal of*
642 *Comparative Psychology*, *115*(4), 423-431.

643 Gaunet, F. (2008). How do guide dogs of blind owners and pet dogs of sighted owners (*Canis*
644 *familiaris*) ask their owners for food? *Animal Cognition*, *11*, 475-483.

645 Gaunet, F. (2010). How do guide dogs and pet dogs (*Canis familiaris*) ask their owners for
646 their toy and for playing? *Animal Cognition*, 13, 311-323.

647 Gaunet, F., & Deputte, B.L. (2011). Functionally referential and intentional communication in
648 the domestic dog: Effects of spatial and social contexts. *Animal Cognition*, 14, 849-
649 860.

650 Gaunet, F., & Deldalle, S. (2014). Effects of 2 training methods on stress-related behaviors of
651 the dog (*Canis familiaris*) and on the dog-owner relationship. *Journal of Veterinary*
652 *Behavior : Clinical Applications and Research*. 9, 58–65.

653 Gaunet, F., & El Massioui, F. (2014). Marked referential communicative behaviours, but no
654 differentiation of the “knowledge state” of humans in untrained pet dogs versus 1-
655 year-old infants. *Animal Cognition*, 17(5), 1137-1147.

656 Gaunet, F., Pari-Perrin, E., & Bernardin, G. (2014). Description of dogs and owners in
657 outdoor built-up areas and their more-than-human issues. *Environmental Managment*,
658 54(3), 383-401.

659 Gergely, G., & Csibra, G. (2006). Sylvia’s recipe: the role of imitation and pedagogy in the
660 transmission of cultural knowledge. In *Roots of human society: culture, cognition and*
661 *human interaction* (eds NJ Enfield, SC Levenson), pp. 229–255. Oxford, UK: Berg
662 Publishers.

663 Gottlieb, G. (2002). *Individual Development & Evolution*. Mahwah, New Jersey : L.
664 Erlbaum.

665 Guéguen, N., Jacob, C., & Martin, A. (2009). Mimicry in social interaction: Its effect on
666 human judgment and behaviour. *European Journal of Social Sciences*, 8(2), 253-259.

667 Gunnarsson, T.G., Gill, J.A., Sigurbjörnsson, T., & Sutherland, W.J. (2004). Arrival
668 synchrony in migratory birds. *Nature*, 431, 646.

669 Hare, B. (2017). Survival of the friendliest: *Homo sapiens* evolved via selection for

670 prosociality. *Annual Review of Psychology*, 68(1), 155-186.

671 Hare, B., & Tomasello, M. (2005). Human-like social skills in dogs? *TICS*, 9(9), 439-444.

672 Hare, B., Brown, M., Williamson, C., & Tomasello, M. (2002). The domestication of social
673 cognition in dogs. *Science*, 298(5598), 1634-1636.

674 Hare, B., Plyusnina, I., Ignacio, N., Schepina, O., Stepika, A., Wrangham, R., et al. (2005).
675 Social cognitive evolution in captive foxes is a correlated by-product of experimental
676 domestication. *Current Biology*, 15(3), 226-230.

677 Kaminski, J., Schulz, L., Tomasello, M. (2012). How dogs know when communication is
678 intended for them? *Developmental Science*, 15(2), 222-232.

679 King, A.J., & Cowlshaw, G., (2009). All together now: behavioural synchrony in baboons.
680 *Animal Behaviour*, 78, 1381-1387.

681 Kirschner, S., & Tomasello, M. (2010). Joint music making promotes prosocial behavior in 4-
682 year-old children. *Evolution and Human Behavior*, 31, 354-364.

683 Klinnert, M. D., Emde, R. N., Butterfield, P., & Campos, J. J. (1986). Social Referencing: the
684 infant's use of emotional signals from a friendly adult with mother present.
685 *Developmental Psychology*, 22, 427-432.

686 Kotz, S. A., Ravignani, A., & Fitch, W. (2018). The Evolution of Rhythm Processing. *Trends*
687 *in Cognitive Sciences*, 22(10), 896-910.

688 Lakin, J. L., Jefferis, V. E., Cheng, C. M. & Chartrand, T. L. (2003). The chameleon effect as
689 social glue: Evidence for the evolutionary significance of nonconscious mimicry.
690 *Journal of Nonverbal Behaviour*, 27, 145-162.

691 Leavens, D. A. (2004). Manual deixis in apes and humans. *Interaction Studies*, 5, 387-408.

692 Leavens, D. A., Russel, J. L., Hopkins, W. D. (2005). Intentionality as measured in the
693 persistence and elaboration of communication by chimpanzees (Pan troglodytes). *Child*
694 *Development*, 76, 291-306.

695 Liszkowski, U. (2011). Three lines in the emergence of prelinguistic communication and
696 social cognition. *Journal of cognitive education and psychology*, 10(1), 32-43.

697 Louwrese, M.M., Dale, R., Bard, E.G., Jeuniaux, P., (2012). Behavior matching in
698 multimodal communication is synchronized. *Cognitive Science*, 36, 1-23.

699 MacLean, E. L., Herrmann, E., Suchindra, S., & Hare, B. (2017). Individual differences in
700 cooperative communicative skills are more similar between dogs and humans than
701 chimpanzees. *Animal Behaviour*, 126, 41-51.

702 Marshall-Pescini, S., Dale, R., Quervel-Chaumette, Q., & Range, F. (2016). Critical issues in
703 experimental studies of prosociality in non-human species. *Animal Cognition*, 19(4),
704 679-705.

705 Merola, I., Prato-Previde, E., & Marshall-Pescini, S. (2012a). Social referencing in dog owner
706 dyads? *Animal Cognition*, 15, 175-185.

707 Merola, I., Prato-Previde, E., & Marshall-Pescini, S. (2012b). Dogs' social referencing
708 towards owner and strangers. *PLoS ONE*, 7(10), e47653.

709 Merola, I., Marshall-Pescini, S., D'Aniello, B., & Prato-Previde, E. (2013). Social referencing:
710 water rescue trained dogs are less affected than pet dogs by the stranger's message.
711 *Applied Animal Behaviour Science*, 147, 132-138.

712 Merola, I., Prato-Previde, E., Lazzaroni, M., & Marshall-Peschini, S. (2014). Dogs'
713 comprehension of referential emotional expressions: familiar people and familiar
714 emotions are easier. *Animal Cognition*, 17, 373-385.

715 Miklósi, Á, Polgárdi, R., Topál, J., & Csányi, V. (1998). Use of experimenter-given cues in
716 dogs. *Animal Cognition*, 1, 113-121.

717 Mogan, R., Fischer, R., & Bulbulia, J. (2017). To be in synchrony or not? A meta-analysis of
718 synchrony's effects on behavior, perception, cognition and affect. *Journal of*
719 *Experimental Social Psychology*, 72, 13-20.

720 Mumme, D. L., Fenald, A., & Herrera, C. (1996). Infants' responses to facial and vocal
721 emotional signals in a social referencing paradigm. *Child Development*, 67, 3219–
722 3237.

723 Oullier, O., & Scott Kelso, J. A. (2009). Coordination from the perspective of social
724 coordination dynamics. In *The Encyclopedia of Complexity and Systems Science*, ed
725 R. A. Meyer (Heidelberg; Springer), pp. 8198-8213.

726 Paukner, A., Suomi, S.J., Visalberghi, E., & Ferrari, P.F., (2009). Capuchin monkeys display
727 affiliation towards humans who imitate them. *Science* 325 (5942), 880-883.

728 Protopopova, S., & Wynne, C.D.L. (2014). Adopter-dog interactions at the shelter: behavioral
729 and contextual predictors of adoption. *Applied Animal Behaviour Science*, 157, 109-116.

730 Quervel-Chaumette, M., Dale, R., Marshall-Pescini, S., & Range, F. (2016a). Familiarity
731 affects other-regarding preferences in pet dogs. *Scientific Reports*, 5, 18102.

732 Quervel-Chaumette, M., Mainix, G., Range, F., & Marshall-Pescini, S. (2016b). Dogs do not
733 show pro-social preferences towards humans. *Frontiers in Psychology*, 7, 1416.

734 Richardson, M. J., Marsh, K. L., Isenhower, R. W., Goodman, J. R. L., & Schmidt, R. C.
735 (2007). Rocking together: Dynamics of intentional and unintentional interpersonal
736 coordination. *Human Movement Science*, 26, 867–891.

737 Richardson, D. C., Dale, R., & Shockley, K. (2008). *Synchrony and swing in conversation :*
738 *Coordination, temporal dynamics, and communication.* Oxford, UK: Oxford
739 University Press.

740 Ross, M. D., & Menzler, S. (2008). Rapid facial mimicry in orangutan play. *Biology Letters*,
741 4, 27–30.

742 Sakai, M., Morisaka, T., Kogi, K., Hishii, T., & Kohshima, S., (2010). Fine-scale analysis of
743 synchronous breathing in wild Indo-Pacific bottlenose dolphins (*Tursiops aduncus*).
744 *Behavioral Processes*, 83, 48-53.

745 Sanchez-Burks, J., Bartel, C. A., & Blount, S. (2000). Performance in intercultural
746 interactions at work: Cross-cultural differences in response to behavioral mirroring.
747 *Journal of Applied Psychology*, 94(1), 216–223.

748 Savalli, C., Ades, C., & Gaunet, F. (2014). Are dogs able to communicate with their owners
749 about a desirable food in a referential and intentional way?. *PloS ONE*, 9(9), e108003.

750 Savalli, C., Resende, B., & Gaunet, F. (2016). Eye Contact Is Crucial for Referential
751 Communication in Pet Dogs. *PloS ONE*, 11(9), e0162161.

752 Scott, J. P., & Fuller, J. L. (1965). Genetics and the Social Behavior of the Dog. The
753 University of Chicago Press, Chicago and London.

754 Scott, J. P., & McGray, C. (1967). Allelomimetic behavior in dogs; Negative effects of
755 competition on social facilitation. *Journal of Comparative Physiology*, 63, 316-319.

756 Senju A, Csibra G. 2008 Gaze following in human infants depends on communicative signals.
757 *Current Biology*, 18, 668–671.

758 Stupacher, J., Maes, P.-J., Witte, M., & Wood, G. (2017). Music strengthens prosocial effects
759 of interpersonal synchronization: if you move in time with the beat. *Journal of*
760 *Experimental Social Psychology*, 72, 39-44.

761 Tauzin, T., Csík, A., Kis, A., & Topál, J. (2015). The order of ostensive and referential signals
762 affects dog's responsiveness when interacting with a human. *Animal Cognition*, 18,
763 975–979.

764 Tomasello, M., Carpenter, M., & Liszkowski, U. (2007). A new look at infant pointing. *Child*
765 *development*, 78(3), 705-722.

766 Topál, J., Miklósi, Á., Csányi, V., & Dóka, A. (1998). Attachment behavior in dogs (*Canis*
767 *familiaris*): a new application of Ainsworth's (1969) strange situation test. *Journal of*
768 *Comparative Psychology*, 112(3), 219-229.

- 769 Topál, J., Gergely, G., Erdőhegyi, A., Csibra, G., & Miklósi, Á. (2009). Differential
770 sensitivity to human communication in dogs, wolves, and human infants. *Science*, 325,
771 1269–1272.
- 772 Topál, J., Kis, A., & Oláh, K. (2014). Dogs' sensitivity to human ostensive cues: a unique
773 adaptation? In *The social dog, behaviour and cognition* (eds J Kaminski, S Marshall-
774 Pescini), pp. 319–346. San Diego, CA: Academic Press.
- 775 Townsend, S. W., Koski, S. E., Byrne, R. W., Slocombe, K. E., Bickel, B., Boeckle, M., ... &
776 Glock, H. J. (2017). Exorcising Grice's ghost: an empirical approach to studying
777 intentional communication in animals. *Biological Reviews*, 92(3), 1427-1433.
- 778 Tunçgenç, B., Cohen, E., Fawcett, C. (2015). Rock with me: The role of movement
779 synchrony in infants' social and nonsocial choices. *Child Development*, 86(3), 976-984.
- 780 Turcsán, B., Kubinyi, E., & Miklósi, Á. (2011). Trainability and boldness traits differ between
781 dog breed clusters based on conventional breed categories and genetic relatedness.
782 *Applied Animal Behaviour Science*, 132, 61-70.
- 783 Udell, M.A.R., & Wynne, C.D.L. (2010). Ontogeny and phylogeny: Both are essential to
784 human-sensitive behaviour in the genus *Canis*. *Animal Behaviour*, 79, e9-e14.
- 785 Udell, M.A., Dorey, N.R., & Wynne, C.D. (2010). What did domestication do to dogs? A
786 new account of dogs' sensitivity to human actions. *Biological Reviews*, 85, 327-345.
- 787 Udell, M. A. R., Dorey, N. R., & Wynne, C. D. L. (2012). Interspecies social learning in
788 dogs: The inextricable roles of phylogeny and ontogeny. In T. R. Zentall & E. A.
789 Wasserman (Eds.), *The Oxford Handbook of Comparative Cognition* (2nd ed., pp.
790 819–831). New York, N.Y.: Oxford University Press.
- 791 Udell, M.A.R., Lord, K., Feuerbacher, E.N., & Wynne, C.D.L. (2014). A dog's eye view of

792 canine cognition. In: Horowitz, A. (Ed.), 2014. Domestic Dog Cognition and
793 Behavior, The scientific study of *Canis familiaris*, Chapter 10. Academic Press,
794 Amsterdam, pp. 221-240.

795 Valdesolo, P., Ouyang, J., & DeSteno, D. (2010). The rhythm of joint action: Synchrony
796 promotes cooperative ability. *Journal of Experimental Social Psychology*, 46, 693-695.

797 van Ulzen, N. R., Lamoth, C. J. C., Daffertshofer, A., Semin, R., & Beek, P. J. (2008).
798 Characteristics of instructed and uninstructed interpersonal coordination while walking
799 side-by-side. *Neuroscience Letters*, 432, 88-93.

800 Vogel Jr., H. H., Scott, J. P., & Marston, M. V. (1950). Social facilitation and allelomimetic
801 behavior in dogs. I. Social facilitation in a non-competitive situation. *Behaviour*, 2,
802 121-134.

803 Walden, T.A. (1991). Infant social referencing. In J. Garber & K. A. Dodge (Eds.), *The*
804 *development of emotion regulation and dysregulation* (pp. 69-88). Cambridge, UK :
805 Cambridge University Press.

806 Wynne, C.D.L. (2016). What is special about dog cognition? *Current Directions in*
807 *Psychological Science*, 25(5), 345-350.

808 Wynne, C.D.L., Udell, M.A.R., & Lord, K.A., (2008). Ontogeny's impacts on human-dog
809 communication. *Animal Behaviour*, 76, e1-e4.

810 Xavier, J., Tilmont, E., & Bonnot, O. (2013). Children's synchrony and rhythmicity in
811 imitation of peers: toward a developmental model of empathy. *Journal of Physiology -*
812 *Paris*, 107(4), 291-297.

813 Zarbatany, L. & Lamb, M. E. (1985). Social referencing as a function of information source:
814 mothers versus strangers. *Infant Behavior and Development*, 8, 25-33.