

## Le comportement locomoteur du bonobo, entre paléanthropologie et conservation

**Contexte - Du comportement locomoteur à la conservation d'une espèce :** Le comportement locomoteur des espèces s'étudie souvent dans une perspective évolutive<sup>1</sup>. L'anatomie fonctionnelle permet alors de relier une forme à une fonction, ici à un comportement locomoteur chez les espèces actuelles, permettant ensuite des inférences paléontologiques. Cependant, l'analyse du comportement locomoteur – le caractériser, mieux cerner sa variabilité en fonction des habitats ou encore des ressources disponibles – et de la capacité d'une espèce à le modifier (flexibilité) peut aussi permettre d'affiner les stratégies de conservation d'une espèce. De telles études éco-fonctionnelles n'ont encore jamais été mobilisées dans cette perspective de conservation. Il est aujourd'hui possible, en croisant les diverses disciplines nécessaires à la compréhension du comportement locomoteur de se saisir à la fois de questionnements évolutionnaires et de conservation. C'est l'objet de ce projet doctoral portant sur l'étude du comportement locomoteur du bonobo (*Pan paniscus*). Ce grand singe, menacé (*En danger*) et endémique de la République Démocratique du Congo (RDC), représente bien ce double intérêt de recherche, à la fois fondamental et opérationnel :

- Du fait de sa proximité phylogénétique avec l'humain, c'est un modèle pertinent en paléanthropologie, en particulier pour la flexibilité locomotrice des hominines<sup>2</sup>. Ces derniers semblent en effet s'être graduellement spécialisés pour la bipédie, dès la fin du Miocène (~7Ma), à partir d'un répertoire à l'origine plus varié, plus flexible et plus arboricole, et ce, en lien direct avec des modifications de leurs habitats.
- En matière de conservation de la biodiversité, c'est une espèce "parapluie" emblématique (l'étendue de sa niche écologique permet la protection de nombreuses autres espèces) qui semble posséder des capacités de déplacement particulièrement flexibles<sup>2</sup> alors même que la fragmentation de son habitat constitue une menace majeure pour sa survie<sup>3</sup>.

La mosaïque forêt-savane du Territoire de Bolobo en RDC, site principal de ce projet, constitue un habitat fragmenté rarement rencontré dans l'aire de répartition des bonobos ; en cela cet habitat représente une opportunité unique pour évaluer la flexibilité locomotrice de l'espèce. L'étude en parc zoologique (La Vallée des Singes) permettra, en complément, de réaliser des observations plus fines qu'en milieu naturel mais dans un espace artificiel.

**Objectifs scientifiques** - Ce projet doctoral a pour objectif principal d'analyser la flexibilité locomotrice du bonobo (variations inter- et intra-individuelles) en fonction des types d'habitats, en milieu naturel et en parc zoologique. Les objectifs spécifiques sont : 1) définir la structuration de l'habitat des bonobos, en zoo (types de structures disponibles) et en milieu naturel (description quantitative intégrant différentes échelles spatiales : types de substrats par sous-type d'habitat, degré de fragmentation et connectivité) ; 2) analyser la variabilité inter-individuelle de ce répertoire (âge/sexe) et intra-individuelle (sous-type d'habitat, saison) ; 3) étayer les réflexions sur la flexibilité locomotrice supposée des premiers hominines à partir de nos résultats (par exemple, *Sahelanthropus tchadensis*, *Orrorin tugenensis*, *Ardipithecus ramidus*) ; 4) affiner les stratégies de conservation en évaluant ce que constitue une barrière écologique pour l'espèce en milieu naturel et en proposant des améliorations au bien-être en parc zoologique (expression du répertoire locomoteur).

**Justification de l'approche scientifique** - Pour répondre à ces objectifs, nous allons mobiliser une approche interdisciplinaire, inhérente à ce projet doctoral et facilitée par l'équipe encadrante. **L'anatomie fonctionnelle** nous éclairera sur les capacités de l'anatomie des bonobos à réaliser un mouvement (amplitude articulaire, longueur du pas, etc.). **L'éthologie** nous permettra d'appréhender ce qu'ils réalisent dans leur contexte de vie en fonction de différents facteurs (en fonction de l'âge, du sexe, du type d'habitat etc.). **L'écologie** nous permettra de définir structurellement leur environnement et d'en comprendre les variations temporelles qui affectent la vie de l'espèce (saisonnalité de l'utilisation de l'habitat). Enfin, **la géomatique** permettra de spatialiser l'ensemble des données éco-étho-fonctionnelles du bonobo et de lier répertoire locomoteur exprimé dans un type d'habitat donné/à une localisation donnée par rapport à son potentiel. En pratique, la mesure de la locomotion via *individual focal sampling* se fera par enregistrement vidéo<sup>4</sup>, suivi d'un codage des modes locomoteurs et des

substrats utilisés par les animaux (codage à l'aide du logiciel Elan<sup>5</sup>). Un indice de flexibilité (proxi pour l'adaptabilité) sera estimé à partir de ce jeu de données. Des données de biomécanique comme les paramètres spatio-temporels de la marche seront mesurées à partir du matériel vidéo calibré par pointage laser. Enfin, l'analyse de la structure de l'habitat fragmenté et de sa connectivité repose sur une précédente classification de l'habitat et une caractérisation structurale des types de forêts<sup>6,7</sup> et sera complétée par une analyse des micro-habitats (types de substrats, diamètre et inclinaison des branches, leur variation, ...). En parc zoologique, les infrastructures disponibles en intérieurs ont déjà fait l'objet d'un recensement au cours d'un précédent Master 2 (2022), auquel sera ajouté une caractérisation détaillée des substrats disponibles sur l'enclos extérieur végétalisé (0,7 ha). Les méthodes proposées ici sont adaptées d'une approche précédemment testée et validée en captivité par G. Berillon (paléoanthropologie et anatomie fonctionnelle) et F. Druelle (locomotion des primates, biomécanique et éthologie) sur un autre modèle primate non humain de taille moyenne (*Papio anubis*<sup>8,9</sup>). Son adaptation au modèle d'étude en milieu naturel et à l'espèce ciblée est permise par l'implication de V. Narat (écologie, conservation, comportement des bonobos) dans ce projet qui mène des recherches de long terme sur la communauté de Manzano (RDC) composée de 30 individus habitués à la présence humaine<sup>10,11</sup>. L'étude sera complétée d'observations fines menées sur un groupe de 17 individus du parc zoologique de la Vallée des singes (France). Une première étape a été testée et validée en 2022 dans le cadre d'un projet exploratoire (LOBO-4, MNHN). D'un point de vue sécuritaire, aucun problème n'a été relevé depuis que VN y mène des recherches (2008, 17 missions en tout). L'équipe de recherche en RDC (trois assistants scientifiques locaux) est déjà formée à la collecte de données par vidéo. En cas de difficultés d'accès au terrain, l'équipe mettra en œuvre un protocole allégé de capture vidéo.

**4. Adéquation à l'IBEES** - Ce projet s'accorde avec les objectifs d'IBEES par plusieurs aspects :

1) Son approche interdisciplinaire inédite, couplant anatomie fonctionnelle, éthologie, écologie et géomatique, permet de mettre en lien des disciplines et des laboratoires ayant développé peu de collaborations jusqu'à aujourd'hui. 2) La convergence des enjeux de conservation d'une espèce "parapluie" emblématique dans un milieu qui se dégrade et de compréhension de l'évolution de la lignée humaine est un moyen d'explorer les angles morts actuels de la recherche. 3) Proposer le bonobo comme modèle d'étude, peu étudié sur les questions locomotrices pour cause d'accessibilité réduite, permet une large visibilité internationale tant par les publications scientifiques que par leur diffusion auprès du grand public, et les données produites pourront servir de référence pour la compréhension des capacités de déplacement d'une espèce animale de grande taille dans un milieu arboricole complexe.

Le/la candidat.e devra avoir un Master 2, préférentiellement en écologie comportemental, en biologie fonctionnelle et évolutive, en éthologie, ou en anatomie fonctionnelle. Il/elle devra avoir des compétences théoriques et/ou pratiques dans plusieurs des approches développées dans le projet. Le/la candidat.e devra montrer une grande motivation pour les travaux de terrain en milieu naturel, et de fortes capacités d'adaptation à des environnements humains variés et des environnements de travail complexes. Il/elle devra avoir une bonne condition physique permettant de longues marches en forêt dans un climat tropical.

## Références

- Williams SA, Prang TC, et al. (2023) African apes and the evolutionary history of orthograde and bipedalism. *AJBA*. [URL](#)
- Hunt KD (2020). The Other Sister, Bonobos. In "Chimpanzee, Lessons from our sister species". Cambridge University Press. [URL](#)
- Hickey, J.R., Nackoney, J., et al. (2013). Human proximity and habitat fragmentation are key drivers of the rangewide bonobo distribution. *Biodiv Conserv* 22, 3085-3104. [URL](#)
- Altmann, J. (1974). Observational Study of Behavior: Sampling Methods. *Behav* 49, 227-266. [URL](#)
- ELAN 6.3. (2022). Nijmegen: Max Planck Institute for Psycholinguistics. [URL](#)
- Pennec, F., Krief, S., ..., Narat V. (2016). Floristic and structural vegetation typology of bonobo habitats in a forest-savanna mosaic (Bolobo Territory, DR Congo). *PEE*, 149(2), 199-215. [HAL](#)
- Pennec, F., Gérard, C., Meterreau, L., Monghiemo, C., Ngawolo, J.-C. B., Laurent, R., & Narat, V. (2020). Spatiotemporal Variation in Bonobo (*Pan paniscus*) Habitat Use in a Forest-Savanna Mosaic. *International Journal of Primatology*, 41(6), 775-799. [HAL](#)
- Druelle, F., Aerts, P., and Berillon, G. (2016). Effect of body mass distribution on the ontogeny of positional behaviors in non-human primates: Longitudinal follow-up of infant captive olive baboons (*Papio anubis*). *AJP* 78, 1201-1221. [HAL](#)
- Druelle, F., Aerts, P., and Berillon, G. (2017). The origin of bipedality as the result of a developmental by-product: The case study of the olive baboon (*Papio anubis*). *JHE*, 113, 155-161. [HAL](#)
- Narat, V., Pennec, F., et al. (2015). Bonobo habituation in a forest-savanna mosaic habitat: influence of ape species, habitat type, and sociocultural context. *Prim* 56, 339-349. [HAL](#)
- Druelle, F., Aerts, P., Ngawolo, J. C. B., & Narat, V. (2020). Impressive Arboreal Gap-Crossing Behaviors in Wild Bonobos, *Pan paniscus*. *International Journal of Primatology*, 41(1), 129-140. [HAL](#)