POST-RELEASE MONITORING OF CROCODILIANS

Surveillance post-libération des Crocodyliens

Telemetry: Theory, Methods & Conservation Outcomes
Télémétrie : Théorie, Méthodes et Résultats de Conservation

Why Do We Use Telemetry?

Pourquoi utilisons-nous la télémétrie ?

Movement Ecology | *Écologie du mouvement*

- Only method yielding continuous individual location data without repeated recapture.[1]

Seule méthode fournissant des données de localisation continues sans recapture répétée.

Enables home range (KDE 95% UD), seasonal corridors, dispersal distances.[1,2]

Permet l'estimation du domicile vital (KDE 95% UD) et des couloirs saisonniers.

Survival Analysis | *Analyse de survie*

- Known-fate survival (Kaplan-Meier; MARK) requires telemetry-confirmed alive/dead status.[3,4]

La survie à sort connu (Kaplan-Meier; MARK) exige un statut confirmé par télémétrie.

Mortality alerts trigger prompt necropsy and cause-specific attribution.[3]

Les alertes de mortalité déclenchent la nécropsie et l'attribution par cause.

Habitat Use & Resource Selection | *Utilisation de l'habitat*

- Quantify habitat preference independently of availability bias.[1,2]

Quantifient la préférence d'habitat indépendamment du biais de disponibilité.

Thermal biology and refuge use quantifiable via accelerometry with zero observer disturbance.[5]

Biologie thermique quantifiable par accélérométrie sans dérangement de l'observateur.

Population Conservation Value | *Valeur de conservation populationnelle*

- Underpins CJS mark-recapture, minimum viable population analyses and IUCN assessments.[3,6]

Soutient les modèles CJS, les analyses de viabilité et les évaluations UICN.

72 crocodilian telemetry studies + 110 IUCN CSG reports across 52 years (1970–2022).[7]

72 études + 110 rapports IUCN CSG sur 52 ans — toute la base de données pour l'ordre.

Telemetry Technologies

Technologies de télémétrie

Technology	Advantages | Avantages	Limitations | Limites	Key Croc Stat	Ref
VHF Radio **Radio VHF**	Lowest cost; 3.9–850 g; all habitats *Faible coût; 3,9–850 g; tous habitats*	Manual tracking; observer disturbance *Suivi manuel; dérangement de l'observateur*	**62.5% of all studies** **1–1,258 day battery**	7
GPS / Satellite / GSM **GPS / Satellite / GSM**	Remote acquisition; continuous fixes; no observer *Acquisition à distance; fixes continues; sans observateur*	Large tags; satellite fees; Cellular connectivity *Grande taille de balises; frais d'inscription; reseau cellulaire*	**Mean 8 ± 6 individuals** **3–1,209 day battery**	5,7
Acoustic Telemetry **Télémétrie acoustique**	Passive or active *Passif ou Actif*	Fixed hydrophone network; ~500 m range/node; manual tracking *Réseau fixe; ~500 m de portée par nœud; suivi manuel*	**55 ± 25 individuals** **Up to 3,997 days**	5,7
Archival Data-Logger (Self-releasing) **Enregistreur archival (Libération automatique)**	Records dive, temp, HR, accelerometry simultaneously *Enregistre plongée, température, FC, accélérométrie*	Requires device recovery; release unpredictable in freshwater *Nécessite récupération; libération imprévisible en eau douce*	**Spring-loaded release** **C. porosus validated**	5

The Case for Post-Release Telemetry

Le cas de la télémétrie post-libération

- Without monitoring, outcomes can be difficult to assess and potentially result in unnecessary, ineffective or overly expensive management actions[8]

Sans suivi, les résultats peuvent être difficiles à évaluer et conduire à des interventions inutiles, inefficaces ou trop coûteuses .

- Telemetry provides the only continuous individual record of: survival, location, habitat use, homing behaviour, and behavioural integration.[5,8]

La télémétrie fournit le seul enregistrement continu individuel de : survie, localisation, habitat, comportement de retour et intégration comportementale.

- For crocodilians: cryptic semi-aquatic behaviour + remote habitats + low recapture probability = spotlight counts alone are insufficient.[7,9]

Pour les crocodyliens : comportement cryptique + habitats éloignés + faible recapture = les comptages nocturnes seuls sont insuffisants.

- Post-release monitoring is among the most neglected aspects of reintroduction practice.[10]

Le suivi post-libération est parmi les aspects les plus négligés de la pratique de la réintroduction .

- Monitoring and evaluation of outcomes is essential to determine whether the conservation translocation has achieved its objectives — IUCN/SSC 2013[11]

Le suivi est essentiel pour déterminer si la translocation a atteint ses objectifs

What the Literature Actually Shows

Ce que la littérature montre réellement

- 72 peer-reviewed articles + 110 IUCN CSG reports on crocodilian telemetry, 1970–2022, covering 23 of 27 living species.[7]

72 articles indexés + 110 rapports IUCN CSG sur la télémétrie des crocodyliens, 1970–2022, couvrant 23 des 27 espèces vivantes.

- Geographic bias: USA 31.9%, Australia 22.2% — over half all publications. A. mississippiensis: 34 studies; C. porosus: 28. Peak: 2010–2018.[7]

Biais géographique : USA 31,9 %, Australie 22,2 %. A. mississippiensis : 34 études; C. porosus : 28. Pic : 2010–2018.

- VHF: 62.5% of studies. GPS first in 2007; acoustic same period. Mean individuals tracked: VHF 13±9, GPS 8±6, acoustic 55±25.[7]

VHF : 62,5 % des études. GPS depuis 2007. Individus suivis en moyenne : VHF 13±9, GPS 8±6, acoustique 55±25.

- Transmitter loss: 0–100%, mean 22% (n=28 studies). Weight: 1–13.25% body mass, mean 1.5%. Only 33% of papers reported anaesthetic procedure.[7]

Perte des émetteurs : 0–100 %, moyenne 22 % (n=28 études). Poids : 1–13,25 % de la masse corporelle, moyenne 1,5 %.

A Three-Tier Framework for Post-Reintroduction Success

Un cadre en trois niveaux pour évaluer le succès post-réintroduction

SHORT-TERM 0–2 yr
Court terme 0–2 ans

Post-release survival rate — Kaplan-Meier; requires telemetry-confirmed fate at each interval.[10,11]
Taux de survie — Kaplan-Meier; exige un sort confirmé par télémétrie à chaque intervalle.

Site fidelity: >80% of fixes within 5 km of release site over 90 days = settlement criterion.[21]
Fidélité au site : >80 % des positions dans un rayon de 5 km en 90 jours = critère d'installation.

Activity area: range contraction following initial dispersal signals successful habitat selection.[21]
Zone d'activité : la contraction du domicile vital après dispersion initiale signale l'installation.

Body condition (mass–length residuals): proxy for foraging success without recapture.[22]
Condition corporelle (résidus masse–longueur) : proxy du succès de fourragement sans recapture.

INTERMEDIATE 2–5 yr
Moyen terme 2–5 ans

AKDE 95% UD convergence across years = habitat familiarity. Non-convergence = ongoing homing.[21,23]
Convergence AKDE 95% UD d'année en année = familiarisation; non-convergence = retour persistant.

First confirmed nesting by released generation: IUCN/SSC transition from "establishment" to "self-sustaining."[11]
Première nidification confirmée : transition UICN de « établissement » à « auto-suffisance ».

Cause-specific mortality (necropsy of flagged deaths) guides adaptive management.[15]
Mortalité par cause (nécropsie des décès signalés) guide la gestion adaptative.

Homing rate: proportion of released individuals confirmed returned to natal site by GPS track analysis.[5,19]
Taux de retour : proportion d'individus retournés au site natal confirmée par analyse de trajectoire GPS.

LONG-TERM 5+ yr
Long terme 5+ ans

Population growth rate $\lambda \geq 1.0$ sustained for ≥2 generations from acoustic telemetry demography.[24]
Taux de croissance $\lambda \geq 1{,}0$ sur ≥2 générations à partir de la démographie télémétrique acoustique.

F2 recruitment (wild-born offspring of released animals, confirmed genetically): definitive IUCN metric.[11]
Recrutement F2 (descendants nés dans la nature, confirmés génétiquement) : mesure définitive UICN.

Genetic diversity >90% founder heterozygosity (Ne ≥ 50): confirms no inbreeding depression.[24]
Diversité génétique >90 % de l'hétérozygotie des fondateurs (Ne ≥ 50) : aucune dépression de consanguinité.

IUCN Red List downlisting: overarching goal — requires integrated telemetry-based demographic data.[11]
Déclassement sur la Liste Rouge UICN : objectif global — exige des données démographiques intégrées.

Six Metrics Only Telemetry Can Deliver

Six mesures que seule la télémétrie peut fournir

1 **Known-Fate Survival** | *Survie à sort connu*

2 **Net Squared Displacement (NSD)** | *Déplacement quadratique net (NSD)*

Distinguishes residency, migration, nomadism, range shift from a single GPS track. Homing detected within 72h of release — days before visual confirmation. [5,19]

Distingue résidence, migration et changement de domaine. Retour détectable dans les 72h — avant toute confirmation visuelle.

3 **Home Range Convergence** | *Convergence du domicile vital*

4 **Activity Budget (Accelerometry)** | *Budget d'activité (accélérométrie)*

5 **Homing Rate & Kinetics** | *Taux de retour & cinétique*

6 **Cause-Specific Mortality** | *Mortalité par cause*

Crocodilian-Specific Telemetry Considerations

Considérations télémétrique spécifiques aux Crocodyliens

Recapture probability <10%/occasion in most populations — telemetry-confirmed survival is essential. Nepal (2002–04): only 14/36 (38.9%) marked individuals confirmed alive at 1 year.[7,26]

Recapture <10 %/occasion — la survie confirmée par télémétrie est non négociable. Népal (2002–04) : seulement 14/36 (38,9 %) confirmés vivants à 1 an.

Homing detection requires GPS/satellite — VHF range (<5 km) is insufficient. Spotlight counts alone will systematically overestimate post-release site occupancy.[5,19]

Détection du retour : GPS/satellite indispensable — VHF (<5 km) insuffisant. Les comptages seuls surestiment systématiquement l'occupation du site.

Sex-specific monitoring is important: 42.5% male vs 33% female in literature. Gharial females have larger home ranges — male bias underestimates space needs and conflict risk.[7,15]

Suivi spécifique par sexe obligatoire : 42,5 % mâles vs 33 % femelles. Les femelles gavial ont des domiciles plus grands — le biais mâle sous-estime les besoins en espace.

Transmitter weight: 1–13.25% body mass (mean 1.5%) across crocodilian studies — must be explicitly reported and justified per size class; 5% rule routinely exceeded for juveniles.[7]

Poids de l'émetteur : 1–13,25 % de la masse corporelle (moyenne 1,5 %) — à rapporter et justifier par classe de taille; règle des 3 % souvent dépassée pour les juvéniles.

.

Crocodilian-Specific Telemetry Considerations

Considérations télémétrique spécifiques aux Crocodyliens

Acoustic telemetry only technology enabling continuous monitoring up to 3,997 days — mandatory platform for any programme requiring F2 recruitment confirmation over 5+ years.[5,7]

La télémétrie acoustique est la seule permettant un suivi continu jusqu'à 3 997 jours — plateforme obligatoire pour tout programme nécessitant la confirmation du recrutement F2.

For 5 of 7 Critically Endangered crocodilian species: zero published post-release telemetry data. This is the field's most consequential information gap.[7]

Pour 5 des 7 espèces CR : zéro donnée de télémétrie post-libération publiée dans les journaux indexés. C'est la lacune informationnelle la plus conséquente du domaine.

Transmitter Attachment Sites —

Sites d'attachement —

NUCHAL ROSETTE
ROSETTE NUCHALE

✓ ADVANTAGES | AVANTAGES

Best signal: antenna above water during basking/breathing. Optimal for GPS, satellite, VHF.[5,7]
Meilleur signal : antenne exposée lors du bain de soleil. Optimal pour GPS, satellite, VHF.

Best retention: 951 days on C. porosus — no necrosis; animal grew 60.5 cm TL with device in situ.[5]
Meilleure rétention : 951 jours sur C. porosus — aucune nécrose; animal grandi de 60,5 cm LT.

43.1% of all studies; validated across C. porosus, A. mississippiensis, C. niloticus, G. gangeticus.[7]
43,1 % de toutes les études; validé pour C. porosus, A. mississippiensis, C. niloticus, G. gangeticus.

✗ LIMITATIONS | INCONVÉNIENTS

Drilling required under lidocaine — 87.5% of studies reporting anaesthesia used lidocaine.[7]
Perçage requis sous lidocaïne — 87,5 % des études rapportant l'anesthésie ont utilisé la lidocaïne.

Not suitable for individuals <0.8 m TL (scutes insufficiently mineralised).[7]
Non adapté aux individus <0,8 m LT (écailles insuffisamment minéralisées).

CAUDAL SCUTES
ÉCAILLES CAUDALES

✓ ADVANTAGES | AVANTAGES

Lower snagging risk in dense riverine/swamp habitats vs raised nuchal profile.[7]
Risque d'accrochage réduit dans les habitats denses par rapport au profil nuchal élevé.

Simpler surgical access; less anaesthetic required for small individuals.[7]
Accès chirurgical plus simple; moins d'anesthésique pour les petits individus.

✗ LIMITATIONS | INCONVÉNIENTS

Inferior signal: tail submerged more than neck; satellite PTT fix rate substantially reduced.[7,14]
Signal inférieur : queue plus submergée que le cou; taux de fixes satellite nettement réduit.

DORSAL HARNESS / SELF-RELEASING PACKAGE
HARNAIS DORSAL / DISPOSITIF À LIBÉRATION AUTOMATIQUE

✓ ADVANTAGES | AVANTAGES

No drilling: suitable for juveniles <0.8 m TL and field settings without surgical infrastructure.[5]
Sans perçage : adapté aux juvéniles <0,8 m LT et aux terrains sans infrastructure chirurgicale.

Self-releasing without recapture; float enables remote device recovery.
Libération sans recapture; flotteur permet la récupération à distance. Validé : C. porosus + C. johnstoni.

Enables simultaneous dive, temperature, HR, accelerometry logging — impossible with implant.[5]
Permet l'enregistrement simultané plongée, température, FC, accélérométrie — impossible avec un implant.

✗ LIMITATIONS | INCONVÉNIENTS

Higher loss rate: harness abraded by death rolls, saline corrosion, aquatic debris.[5,7]
Taux de perte plus élevé : harnais abimé par les rouleaux, corrosion saline, débris aquatiques.

Corrosion release unpredictable in freshwater —
Libération par corrosion imprévisible en eau douce — durées de déploiement très prolongées observées.

Crocodilian-Specific Telemetry Considerations

Considérations télémétrique spécifiques aux Crocodyliens

Tag Type and Size – VHF/UHF, GPS, Satellite, GSM, Acoustic
Type de balise – VHF/UHF, GPS, satellite, GSM, acoustique

Attachment Point – Tail, Nuchal, Harness/Backpack
Point de fixation – Queue, nuque, harnais/sac à dos

Needed Materials – braided fishing line (dacron or Kevlar), metal wires, crimps, epoxy, needles, pliers, hemostats, glue, Dremel or other hand drill
Matériel nécessaire – fil de pêche tressé (dacron ou Kevlar), fils métalliques, cosses, époxy, aiguilles, pinces, pinces hémostatiques, colle, Dremel ou autre perceuse à main

Duty Cycle – How frequently points are collected (manually or automated)
Cycle de service – Fréquence de collecte des données (manuelle ou automatisée)

Multiple Transmitters – Tag loss, impact on battery and duty cycle
Émetteurs multiples – Perte de balise, impact sur la batterie et le cycle de service



















Click to see full view



