CETRA
Cetacean Ecology & Traceability by Research and Acoustics

Aix*Marseille université
Initiative d'excellence

ECHO

Étude de la Communication par le comportement, les Hormones et l'acoustique de l'Orque



UNIVERSITÉ DE TOULON

GHAZZAR Nada - L3 SU SEGE

Le projet

ECHO Project

- **> PARTENAIRES ET STATUTS**
  - > Laboratoire
  - > Partenariat
  - > Académie
  - > Zone d'étude
- > ÉTAPES
- > ÉQUIPE
- > PERSPECTIVE

CETRA
Cetacean Ecology & Traceability by Research and Acoustics

Circe

Aix*Marseille université
Initiative d'excellence

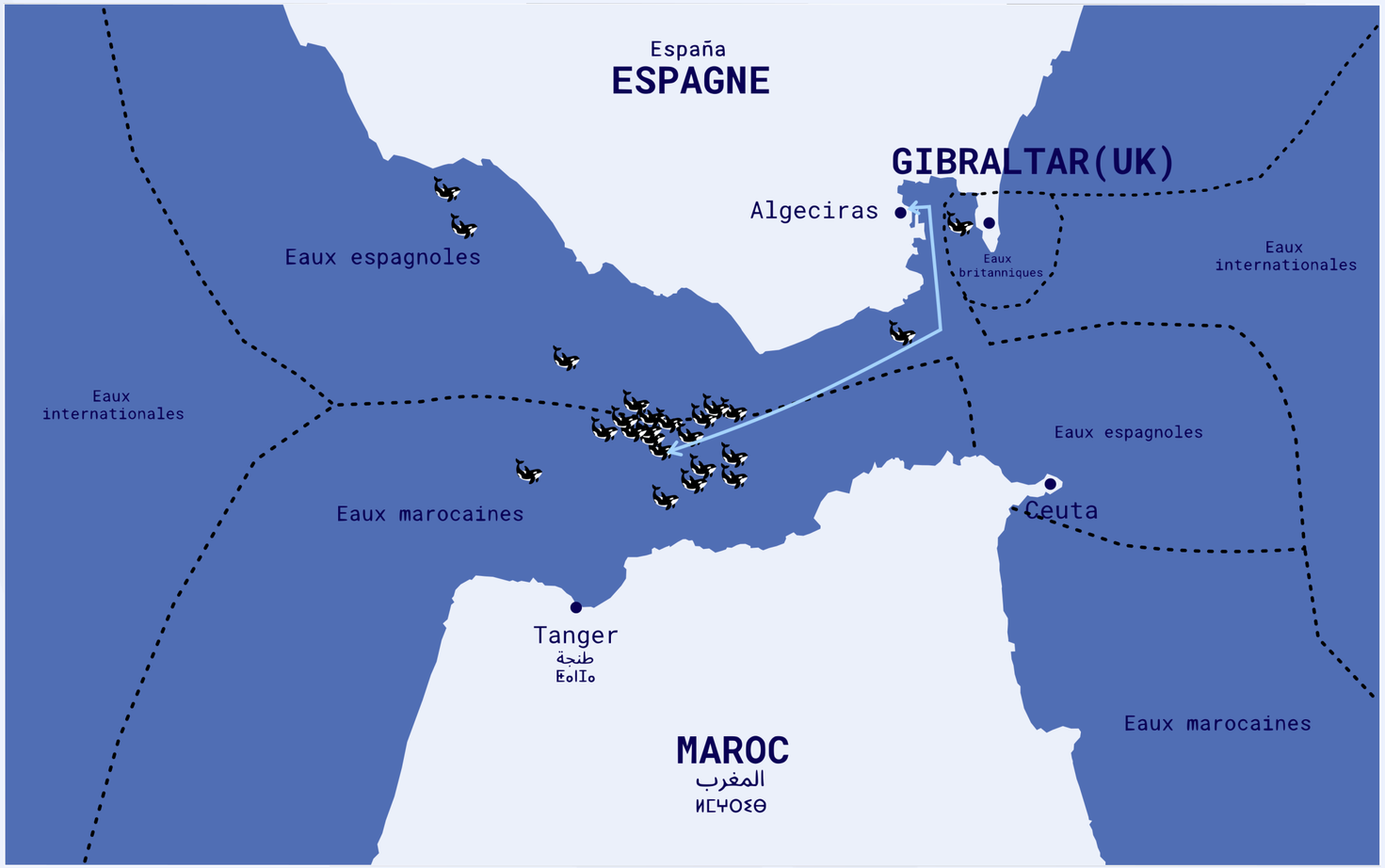


Figure 1 : Observations d'orque (*Orcinus orca*) dans le Détroit de Gibraltar entre 2020 et 2026.

Les illustrations d'orques représentent le nombre d'observations d'orques dans le Détroit de Gibraltar entre 2020 et 2026 d'après INaturalist.

- Océan Atlantique (gauche) et Mer Méditerranée (droite)
- Frontières maritimes
- Trajet de l'équipe d'ECHO

UNIVERSITÉ DE TOULON

Le projet

ECHO Project

> PARTENAIRES ET STATUTS

> ÉTAPES

> PHASE 1

> Récolte des données

> Dictionnaire acoustique

> PHASE 2

> Opérationnalisation

> ÉQUIPE

> PERSPECTIVE

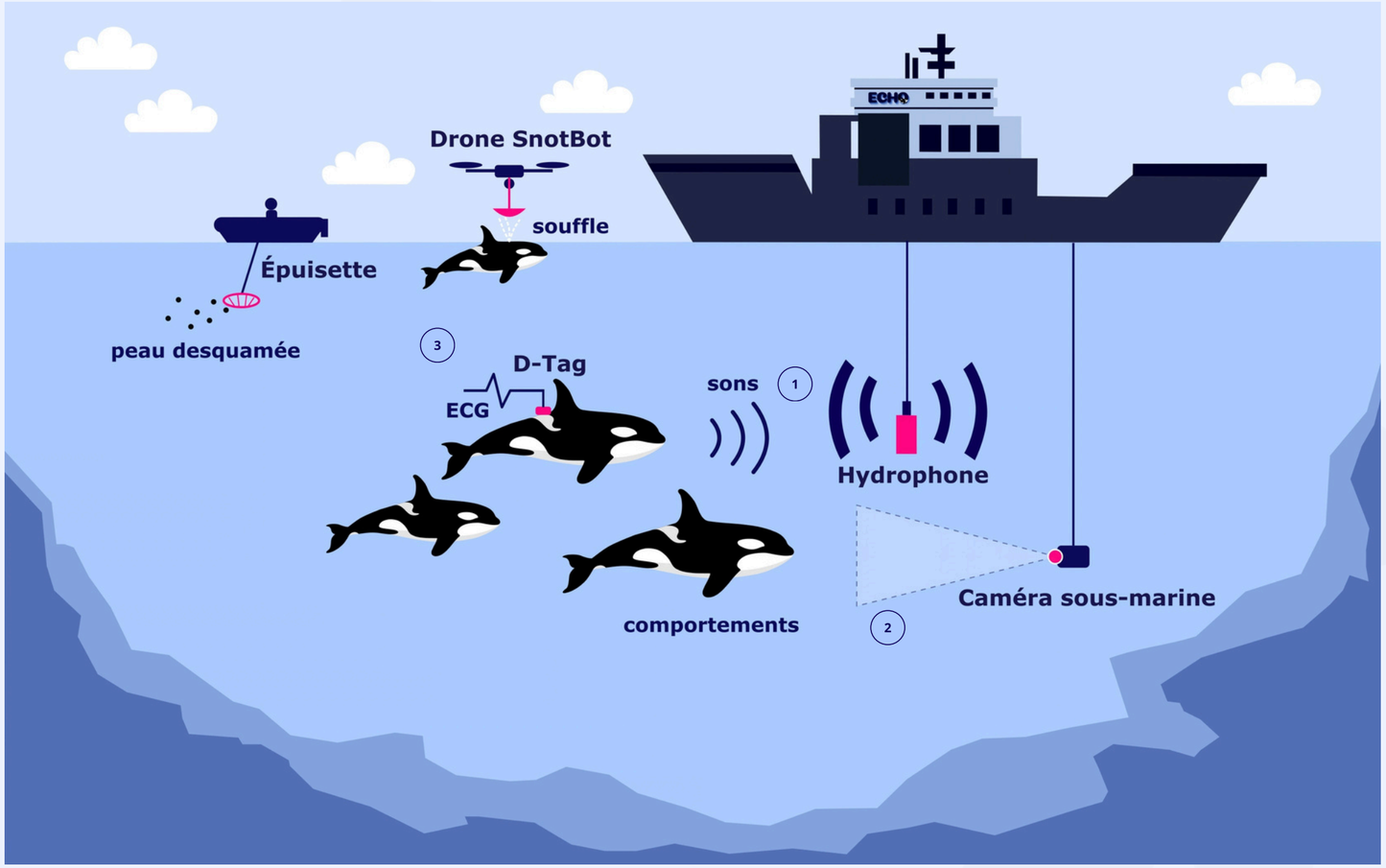


Figure 2 : Phase 1 – Collecte de données lors des missions en mer.

1 ACOUSTIQUE

Isolement de la signature vocale + répertoire vocal

2 ÉTHOLOGIE

Observation du comportement et de la posture

3 PHYSIOLOGIE

Analyse des hormones et biomarqueurs de l'état affectif

CETRA Cetacean Ecology & Traceability by Research and Acoustics

Aix*Marseille université Initiative d'excellence

UNIVERSITÉ DE TOULON

Le projet

ECHO Project

> PARTENAIRES ET STATUTS

> ÉTAPES
  > PHASE 1
    > Récolte des données
    > Dictionnaire acoustique
  > PHASE 2
    > Opérationnalisation

> ÉQUIPE

> PERSPECTIVE

PHASE 1

TESTS STATISTIQUES : ASSOCIER LES SONS À DES ÉTATS AFFECTIFS

Plusieurs échantillons d'orques pour chaque état (stress, excitation, repos…). ⟶ Résultat significatif = Le son est associé de façon fiable à cet état affectif.

DICTIONNAIRE ACOUSTIQUE

L'ensemble des sons révélant des états affectifs formera un "dictionnaire acoustique".

PHASE 2

INTELLIGENCE ARTIFICIELLE

Deep Learning (réseau de neurones profond (CNN) sur spectrogrammes) ⟶ Modèle prédictif autonome

Décoder l'état affectif des orques à partir de leurs sons seuls.
Un simple hydrophone suffirait.

CETRA Cetacean Ecology & Traceability by Research and Acoustics

Aix*Marseille université Initiative d'excellence

UNIVERSITÉ DE TOULON

L'équipe

ECHO Project

> PARTENAIRES ET STATUTS

> ÉTAPES

> **ÉQUIPE**
  > Cheffe de projet
  > Éthologue [OPEN]
  > Endocrinologue [OPEN]
  > Ingénieur Data & Modélisation [OPEN]

> PERSPECTIVE

Cheffe de projet/ Responsable scientifique



LA PILOTE STRATÉGIQUE DU PROJET

- Coordination d'une équipe pluridisciplinaire
- Démarches réglementaires internationales
- Gestion du budget et des financements
- Arbitrage stratégique entre les pôles
- Suivi global de l'avancement
- Garante du bien-être animal

Éthologue [OPEN]



L'INTERPRÈTE DU COMPORTEMENT ANIMAL

- Observation comportementale en mer
- Coordination de la collecte sur le terrain
- Construction du tout premier éthogramme complet sur l'orque
- Présence continue auprès des orques
- Analyse des vidéos de comportement

Endocrinologue [OPEN]



LE DÉCODEUR DU VIVANT

- Dosages hormonaux non invasifs
- Analyse du cortisol et de l'ocytocine
- Validation scientifique du protocole
- Établissement de repères physiologiques inédits
- Lien direct avec l'éthologue sur le terrain

Ingénieur data & modélisation [OPEN]



L'ARCHITECTE DU MODÈLE FINAL

- Conception de l'architecture deep learning
- Intégration multimodale des données
- Traitement du signal acoustique
- Analyse statistique et biostatistique
- Construction du modèle prédictif final

CETRA
Cetacean Ecology & Traceability by Research and Acoustics

Aix*Marseille université
Initiative d'excellence

UNIVERSITÉ DE TOULON

Perspectives

ECHO Project

> PARTENAIRES ET STATUTS

> ÉTAPES

> ÉQUIPE

> PERSPECTIVES

AXE 1
ECHO II

> TRANSFÉRABILITÉ

> OBJECTIF SCIENTIFIQUE

> ÉVOLUTION MÉTHODOLOGIQUE

AXE 2
Conservation & Application Terrain

> RÉGULATION DES INTERACTIONS

> ANALYSE DE L'IMPACT DU BRUIT ANTHROPIQUE SUR LES TAUX D'APPELS

AXE 3
Médecine Vétérinaire

> SANTÉ DES POPULATIONS

CETRA
Cetacean Ecology & Traceability by Research and Acoustics

Aix*Marseille université
Initiative d'excellence

UNIVERSITÉ DE TOULON

UNIVERSITÉ DE TOULON

Pour en savoir plus sur ECHO

Vous souhaitez nous rejoindre ?

INGÉNIEUR **ENDOCRINOLOGUE** **ÉTHOLOGUE**

Ou retrouvez-les sur Moodle dans TD1 → GHAZZAR Nada

CETRA
Cetacean Ecology & Traceability by Research and Acoustics

Circe

Aix*Marseille université
Initiative d'excellence

Bibliographie

Législative

[1] Aujourd'hui le Maroc. (2021). Le domaine maritime national prisé par les scientifiques. https://aujourdhui.ma/societe/le-domaine-maritime-national-prise-par-les-scientifiques

[2] Gobierno de Gibraltar. (2026). Recordatorio del Protocolo sobre los Cetáceos – C421. InfoGibraltar. Récupéré sur : https://infogibraltar.com/comunicados/recordatorio-del-protocolo-sobre-los-cetaceos-c421/

[3] Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico (MITECO). (s.d.). Autorización para la aproximación a cetáceos con fines de investigación científica (AROC). Sede Electrónica MITECO. Récupéré sur : miteco.gob.es

[4] Royaume du Maroc. (2019). Décret nº 2-19-31 fixant les conditions et les modalités d'octroi des autorisations de réalisation de la recherche scientifique marine dans les eaux maritimes sous juridiction nationale. Récupéré sur FAOLEX : fao.org

[5] SEO/BirdLife. (2012). Descubre con SEO/BirdLife aves marinas y cetáceos del Estrecho de Gibraltar a bordo de un velero. SEO/BirdLife. Récupéré sur : https://seo.org/descubre-con-seobirdlife-aves-marinas-y-cetaceos-del-estrecho-de-gibraltar-a-bordo-de-un-velero/

Scientifique

[6] Andreas, J., Beguš, G., Bronstein, M.M., Diamant, R., Delaney, D., et al. (2022). Cetacean Translation Initiative: a roadmap to deciphering the communication of sperm whales. iScience, 25(6), 104393.

[7] Bonhoeffer, S., Selbmann, A., Angst, D.C., Ochsner, N., Miller, P.J.O., Samarra, F.I.P., Baumgartner, C'EST.D. (2025). orcAI: A machine learning tool to detect and classify acoustic signals of killer whales in audio recordings. Marine Mammal Science, Early View, 1-14. https://doi.org/10.1111/mms.70083

[8] Burgess, E.A., Hunt, K.E., Kraus, S.D., Rolland, R.M. (2018). Quantifying hormones in exhaled breath for physiological assessment of large whales at sea. Scientific Reports, 8,14555. https://doi.org/10.1038/s41598-018-28200-8

[9] Dulgheriu, D., Andvik, C., Jourdain, E., Borgå, K., Ruus, A., Haug, T., Karoliussen, R., Lyche, J.L., Horsberg, T.E. (2026). A sensitive liquid chromatography–tandem mass spectrometry analytical method of steroid hormones in small blubber samples from four whale species. Conservation Physiology, 14(1), coag023. https://doi.org/10.1093/conphys/coag023

[10] Hogg, C.J., Rogers, T.L., Shorter, A., Barton, K., Miller, P.J.O., Nowacek, D. (2009). Determination of steroid hormones in whale blow: It is possible. Marine Mammal Science, 25(3), 605-618.

[11] Jourdain, E., Karoliussen, R., Fordyce Martin, S. L., Langangen, Ø., Robeck, T., Borgå, K., Ruus, A., & Foote, A. D. (2024). Social and genetic connectivity despite ecological variation in a killer whale network. Proceedings of the Royal Society B, 291(2021). https://doi.org/10.1098/rspb.2024.0524

[12] Martínez, E., & Klinghammer, E. (1978). A partial ethogram of the killer whale Orcinus orca L.

[13] McRae, T.M., Volpov, B.L., Sidrow, E., Fortune, S.M.E., Auger-Méthé, M., Heckman, N., Trites, A.W. (2024). Killer whale respiration rates. PLOS ONE, 19(5), e0302758. https://doi.org/10.1371/journal.pone.0302758

[14] Mingan Island Cetacean Study (MICS). (s.d.). Rorqual — Mingan Island Cetacean Study. Consulté le 26 septembre 2026, à l'adresse https://rorqual.com/en/home

[15] Osborne, R.W. (1986). A behavioral budget of Puget Sound killer whales.

[16] [17] Poupard, M., Symonds, H., Spong, P., & Glotin, H. (2021). Intra-Group Orca Call Rate Modulation Estimation Using Compact Four Hydrophones Array. Frontiers in Marine Science, 8, 681036. https://doi.org/10.3389/fmars.2021.681036 Raincoast Conservation Foundation & Earth Species Project. (2025). Listening to whales: A new lens on killer whale communication. raincoast.org

[18] Russell, J.P., Osborn, S.D., Herrick, K.E.S., Schmitt, T.L., Robeck, T. (2024). Infrared Thermography of the Blowhole as a Potential Diagnostic Tool for Health Assessment in Killer Whales (Orcinus orca). Animals, 14(13), 1867. https://doi.org/10.3390/ani14131867

[19] Vergara, V. et al. (2025). Listening to whales: A multimodal approach using hydrophones, drones, and AI to unravel killer whale communication. experiment.com. https://doi.org/10.18258/82198

[20] Williams, R., Ashe, E., Nielsen, K.A., Nollens, H.H., Reiss, S., Wold, K., Gaydos, J.K. (2025). Respiratory intervals and swimming speed as remotely sensed health metrics in free- ranging killer whales (Orcinus orca). Journal of Wildlife Diseases, 61(1). https://doi.org/10.7589/JWD-D-23-00186