

Acronyme	<b>ARCTIC FJORD 3D [ ARCTIC3D ]</b>
Pôle thématique	INPS
Intitulé du Projet	Expéditions pour la recherche sur les pollutions acoustiques, omiques et thermiques dans les fjords arctiques de Norvège, & leurs impacts sur leurs mégafaunes.

### Parties prenantes

#### Co Porteurs UTLN INPS du projet

Prénom NOM	Hervé GLOTIN	0494215442	herve.glotin@univ-tln.fr
Prénom NOM	Nathalie PRÉVOT D'ALVISE	0490142670	nathalie.prevot@univ-tln.fr
Prénom NOM	Valentin GIES	0628357685	valentin.gies@univ-tln.fr

#### Co Porteurs externes UTLN INPS du projet, chef expédition

Prénom NOM	François SARANO	0615985649	saranofrancois@gmail.com
------------	-----------------	------------	--------------------------

#### Gestionnaire financier

Prénom NOM	Kristel GONCALVEZ	0494142509	kristel.goncalvez@univ-tln.fr
------------	-------------------	------------	-------------------------------






#### Données budgétaires TOTALES pour l'expédition de 2022. Les années suivantes seront posées an par an.

	Fonctionnement HT	Investissement HT
Budget total du projet	44 K€	0 €
Collectivité sollicitée	Montant de l'aide sollicitée en fonctionnement HT	Montant de l'aide sollicitée en investissement HT
TPM	17 K€	
CD 83	0	
APRI	10 K€	
LIS projet (Glotin)	10 K€ acquis	
INPS	5 K€ acquis	
CARTT 2022-2023	2 K€	

DEPENSES 2022 = 44000	Dépenses fonctionnement (€)	Dépenses Investissement
10 AR Toulon Tromso	12 000 = 2*10*600	
8 jours locations bateau	23 000	
frais omique	7 500	
frais acoustique	1 500	

**Instruction - Validation**

Classement du projet en conseil de pôle :	1er	Nombre de projets présentés par le pôle :	1
---	-----	---	---

Signature du porteur 1 du projet, dir acoustique	Signature du porteur 2 du projet, dir. omique	Signature du porteur 3 du projet, dir. électronique	Signature du porteur 4 du projet, Chef de l'expédition	Signature du dir. Pôle INPS
Pr. Hervé GLOTIN 	Dr. Nathalie PREVOT D'ALVISE 	HDR Valentin GIES 	Dr François SARANO 	Pr. Hervé GLOTIN 
Date : 22/10/2021	Date : 22/10/2021	Date : 22/10/2021	Date : 22/10/2021	Date : 22/10/2021

**Partenaires (rotations ensuite sur les éditions 2023 à 2027)**

<b>Statut Juridique</b>	<b>Dénomination</b>	<b>Lieu</b>	<b>Nom</b>	<b>Préciser le partenariat</b>
UTLN CNRS	LIS équipe DYNI	TOULON	FERRARI Maxence POUPARD Marion GLOTIN Hervé GIRAUDET Pascale  MALIGE F. ou PATRIS J.	Bioacoustique et IA, Chaire IA ADSIL: déploiement de 3 antennes acoustiques haute définition, 512 kHz x 5 hydrophones, 24 bits, 6h par jour et 6h par nuit (au mouillage dans les baies choisies pour leur intérêt de conservation et de biodiversité) x 7 jours. <b>Mesure de la pollution acoustique Arctique, et activité acoustique de la micro, macro et mégafaune, analyse des comportements et de la communication de la mégafaune</b> , notamment dans les activités de chasse calculées en 3D par nos algorithmes (18 To de données acoustiques inédites)
UTLN CNRS	MIO équipe EMBIO	TOULON	PRÉVOT D'ALVISE Nathalie	Mesures "omiques" (via des outils de biologie moléculaire) sur des harengs pêchés sur différentes zones - au fil du parcours - ( <i>pollution chimique sera réalisée par un organisme extérieur, le LABOCEA, qui a une expertise dans ce domaine</i> )
UTLN CNRS	IM2NP équipe CCSI	TOULON	GIES Valentin	Instrumentation acoustique, suivi et réglage fins in-situ des équipements de mesure
UTLN DSIUN	DSIUN	TOULON	PREVOT Jean-Marc	Expert digital et informatique : responsable sécurité des données acquises, double archivage en sur 2 NAS embarqués de 20 To, soutien électronique et au protocole "omique".
ONG Association loi 1901	LONGITUDE 181	VALENCE	SARANO Véronique SARANO François	Océanologues experts en milieu polaire et chaînes trophiques. F. Sarano sera le chef de l'expédition de par son expérience de 12 ans en tant que chef des expéditions Calypso du Cdt JY Cousteau.
ONG loi 1901	Regard du vivant	Sanary/mer	ROGER Thomas (sans frais avion)	Spécialiste des expéditions d'observation sur le Isbjorn, il guidera suivant son expérience et sera co-réalisateur du documentaire. Thomas a réalisé de nombreux films et ouvrage sur la mégafaune du sanctuaire Pelagos.
<b>Partenaires en pré et post mission, sur 2022 à 2027</b>				
Laboratoire recherche	UIT Université Arctique Norvégienne	TROMSO	Sophia ANICETO ana.s.aniceto@uit.no	Dr en biologie marine et bioacoustique, experte de la mégafaune du Troms qu'elle étudie par acoustique, elle collabore à la préparation de la mission et aux demandes d'autorisation d'écoutes.

## CV des membres de l'Expédition ou des collaborateurs

### Hervé Glotin

Hervé Glotin (<http://glotin.univ-tln.fr>) est Pr. d'informatique à Toulon Univ. au LIS CNRS. Son doctorat portait sur la reconnaissance vocale automatique multi-flux adaptative via des indices de voisement et de localisation, à l'Inst. d'Intelligence Artificielle (IA) Perceptive (IDIAP EPFLausanne & INP Grenoble). Il a créé l'équipe DYNI en 2008 et porte des ateliers en IA pour la bioacoustique depuis 2007 : 10 éditions d'écoles ERMITES, ICML2013-14, NIPS2013, ICDM2015... dont les premiers hackathons de classification ou structuration des chants

d'oiseaux ou de cétacés. Depuis 2012 il pilote le groupe CNRS Big Data Acoustic Biodiversity (<http://sabiod.org>), et mène ses recherches en IA pour le suivi de la biodiversité notamment marine. En 2017, il a co-organisé l'Int. Conf. sur la représentation d'apprentissage (1500 participants). Il est membre honoraire de l'Inst. Universitaire de France, et porte depuis 2020 la Chaire nationale en IA pour la bioacoustique sous-marine (<http://bioacoustics.lis-lab.fr>). Il est le directeur scientifique des Expéditions Sphyrna Odyssey depuis 2018 (<https://www.sphyrna-odyssey.com>) pour l'étude acoustique des océans et des cétacés. Avec son équipe il a développé des méthodes originales de suivi sans perturbation des cétacés génériques de plusieurs espèces, notamment durant leur activité de chasse. Il a monté le programme GIAS BOMBYX de bouées 'intelligentes' entendant à IA embarquée pour prévenir en temps-réel des collisions des cétacés avec le trafic (FEDER GIAS). Il est membre nommé par le ministère du Comité National Scientifique du CNRS.

#### Publications sélectionnées :

- **H. Glotin** et al. (2021) Effet du confinement en mer et découverte de chasse en meute de cachalot, rapport Mission Sphyrna, Exploration de Monaco et FPA2 <http://sabiod.org/SO1.pdf>
- M. Poupard, Ferrari M., Schluter J., Marxer R., Giraudet P., Barchasz V., ... & **Glotin H.** (2019) Real-time passive acoustic 3d tracking of deep diving cetacean by small non-uniform mobile surface antenna. In *ICASSP IEEE Int. Conf. on Acoustics, Speech and Signal Processing* (pp. 8251-8255)
- M. Ferrari, **Glotin H.**, Marxer R., & Asch M. (2020). DOCC10: Open access dataset of marine mammal transient studies and end-to-end CNN classification. In *IEEE Int. Joint Conf. on Neural Networks (IJCNN)*
- M. Ferrari, **Glotin H.**, Marxer R., Barchasz V., Sarano V., Giés V., ... & Sarano F. (2019) High-frequency near-field *Physeter macrocephalus* monitoring by stereo-autoencoder and 3d model of sonar organ. In *IEEE OCEANS*
- F. Sarano, J. Girardet, V. Sarano, H. Vitry, A. Preud'homme, R. Heuzey, A M Garcia Segarra, G. Richard, P. Tixie, C. Guinet, F. Delfour, **H. Glotin**, O. Adam & JL Jung (2021), *Kin relationships in cultural species of the marine realm: case study of a social group of Sperm Whales off Mauritius Island, Indian Ocean*. *Royal Society Open Science* 8: 201794. <https://doi.org/10.1098/rsos.201794>
- M. Poupard, M. Ferrari, P. Best, **H. Glotin**, (2021), Passive acoustic monitoring of Sperm whales & anthropogenic noise using stereophonic recordings in the Mediterranean NW Pelagos Sanctuary, In press *Scientific Report Nature Ed.*
- M. Poupard, S. Symonds, P. Spong, **H. Glotin** (2021) Intra-Group Orca Call Rate Modulation Estimation Using Compact Four Hydrophones Array, in *Journ. Frontiers in Marine Science, Marine Megafauna*, <https://doi.org/10.3389/fmars.2021.681036>
- B. Bouchard, JY Barnagaud, M. Poupard, **H. Glotin**, P. Gauffier, S. Ortiz, T. J. Lisney, S. Campagna, M. Rasmussen, A. Célérier (2019) Behavioural responses of humpback whales to food-related chemical stimuli, In *Plos ONE*, <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0212515>
- **H. Glotin**, F. Bénard, P. Giraudet (2008), Whale Cocktail Party : a Real Time tracking of multiple whales, *Canadian Acoustics Int. Journal*, Vol. 36, p. 139-145

#### **Nathalie Prévot D'Alvise**

Maître de conférences depuis 2007 à l'université de Toulon, CNRS MIO, équipe EMBIO. Ses recherches portent sur l'effet des perturbateurs endocriniens sur les organismes marins via l'utilisation d'outils en biologie moléculaire. Lors des nombreuses missions qu'elle a mené en mer Méditerranée, elle a pu évaluer l'impact du glyphosate sur des loups de Méditerranée (*Dicentrarchus labrax*), de la pilule contraceptive féminine sur les hippocampes mouchetés (*Hippocampus guttulatus*), de métaux traces sur les oursins (*Paracentrotus lividus*)... ou encore évaluer le stress de certains poissons d'élevage, comme l'esturgeon.

#### Publications sélectionnées :

- **N. Prévot D'Alvise**, S. Richard, P. Aublanc, R. Bunet, JL Bonnefont (2020), When males seahorses take the female contraceptive pill. *Environmental Science and Pollution Research*, 27, 16528-16538

- S. Coupé, F. Clergeaud, S. Couvray, G. Durrieu, S. Richard, S. D'Onofrio, S. Gaillard, T. Miard, JL Bonnefont, C. Garnier, **N. Prévot D'Alvise** (2020) Differential Acclimation of Juvenile Sea Urchins Transplanted Across a Metallic Trace Element Gradient within the Bay of Toulon. *Jour. of Shellfish Research*, 39(1), 143-158
- S. Coupé, S. Couvray, M. Lechable, - S. Gaillard, **N. Prévot D'Alvise** (2019), Telomere Length as a Biomarker for Monitoring Wild Populations of the Sea Urchin *Paracentrotus lividus*, *J. of Shellfish Research*
- R. Simide, S. Richard, **N. Prévot D'Alvise**, T. Miard, S. Gaillard (2016), Evaluation of the accuracy of secondary stress indicators from blood samples for the monitoring of stress, health status and welfare in Siberian sturgeon. *Int. Aquatic Research*, DOI 10.1007/s40071-016-0128-z

### Valentin Gies

Valentin Gies received in 2005 the PhD degree in Electronics from Ecole Nationale Supérieure de Techniques Avancées (ENSTA ParisTech) and Paris XI Orsay University in France. His PhD was focused on both circuits and algorithms for artificial Retinas. Before in 2001, he graduated from Ecole Normale Supérieure, obtaining the *agregation* in Applied Physics. He is lecturer and researcher at Toulon University since 2007, and Associate Professor in robotics, embedded electronics and IoT at SeaTech, ISEN Toulon and ENSTA ParisTech. He joined IM2NP CNRS laboratory in 2017, in the Circuits Design Team. His current research topics are focused on embedded algorithms and circuits for ultra low power systems, especially for bioenvironmental embedded systems. He is scientific advisor of several start-ups in IoT and head of SMIoT (Scientific Microsystems for Internet of Things) at Toulon University.

#### Selected publications:

- **V. Gies** (2021) "Toward Ultra Low-Power Artificial Intelligence" - Habilitation à Diriger les Recherches.
- S. Marzetti, **V. Gies**, P. Best & al. (2021), A 30  $\mu$ W Embedded Real-Time Cetacean Smart Detector, *J. MDPI Electronics*
- M. Fourniol, **V. Gies**, V. Barchasz, E. Kussener, H. Glotin (2018) « Applications of an Ultra Low-Power Analog Wake-up Detector for Environmental IoT Networks and Military Smart Dust », *IEEE IoTAIS 2018*
- H. Glotin, G. Blakefield, M. Trone, D.E. Bonnett, **V. Gies**, V. Barchasz, J. Patris, P. Giraudet, F. Malige, R. Balestrieri (2016) High definition 3D tracking of Amazon River dolphin (*Inia g.*, *Sotalia f.*), in *ASA proc.*
- M. Fourniol, **V. Gies**, V. Barchasz, E. Kussener, H. Barthelemy, R. Vauché, H. Glotin (2018), Analog Ultra Low-Power Acoustic Wake-Up System Based on Frequency Detection, *IEEE IoTAIS*
- M. Ferrari, H. Glotin, R. Marxer, V. Barchasz, V. Sarano, **V. Gies**, M. Asch, F. Sarano (2019), High-frequency Near-field Physeter macrocephalus Monitoring by Stereo-Autoencoder and 3D Model of Sonar Organ, *IEEE OCEANS*

### François Sarano

Docteur en éco-physiologie de la reproduction du merlu, François a été plongeur et chef d'expédition à bord de la Calypso du cdt Cousteau (1985-1997). Responsable du département « Ressources Halieutiques » pour le WWF-France, et à l'origine du concept d'UEGC, Unités d'Exploitation et de Gestion Concertées, pour une gestion durable des ressources halieutiques par les pêcheurs. Cofondateur de l'association Longitude 181. Plongeur, conseiller scientifique et co-scénariste du film *Océans* de J. Perrin et J. Cluzaud. Conseiller scientifique et/ou auteur et/ou réalisateur de 8 documentaires TV consacrés aux cétacés et requins. Auteur de plusieurs livres, dont «Le retour de Moby Dick», Actes Sud, 2017. Depuis 2013, au nom de Longitude 181, il coordonne l'étude de la population de cachalots de l'île Maurice pour mieux comprendre sa structure sociale et son évolution. L'étude s'appuie sur l'observation sous-marine et les enregistrements acoustiques 3D d'un clan de cachalots dont elle a réalisé les cartes d'identité sous-marines et l'arbre généalogique. Cette étude transversale est faite en collaboration avec les laboratoires bioacoustique IA et éthoacoustique (LIS /DYNI/ CNRS Toulon - Hervé Glotin), génétique (MNHN Brest - Jean-Luc Jung - Justine Girardet), éthologie (La Sorbonne - Fabienne Delfour) et bioacoustique (La Sorbonne - Olivier Adam).

### Publications sélectionnées

- J. Girardet, **F. Sarano**, G. Richard, P. Tixier, C. Guinet, A. Alexander, V. Sarano, H. Vitry, A. Preud'homme, R. Heuzey, A. M. Garcia-Cegarra, O. Adam, B. Madon & J-L Jung (2021), *Long distance runners in the marine realm: New insights into genetic diversity, kin relationships and social fidelity of Indian Ocean male sperm whales*, BioRxiv 2021.04.23.440733; <https://doi.org/10.1101/2021.04.23.440733>
- **F. Sarano**, J. Girardet, V. Sarano, H. Vitry, A. Preud'homme, R. Heuzey, A M Garcia Segarra, G. Richard, P. Tixie, C. Guinet, F. Delfour, H. Glotin, O. Adam & JL Jung (2021), *Kin relationships in cultural species of the marine realm: case study of a social group of Sperm Whales (Physeter macrocephalus) off Mauritius Island, Indian Ocean*. Royal Society Open Science 8: 201794. <https://doi.org/10.1098/rsos.201794>
- V. Sarano., **Sarano F.**, Girardet J., Preud'homme A., Vitry H., Heuzey R., Sarano M., Delfour F., Glotin H., Adam O., Madon B., Jung JL (2021), *Underwater Photo-identification of marine megafauna: an identity card catalogue of sperm whales off Mauritius Island: BioRxiv* <https://doi.org/10.1101/2021.03.08.433909>
- M. Ferrari, H. Glotin, M. Oger, R. Marxer, M. Asch, V. Gies & **F. Sarano** (2020), *3D diarization of a sperm whale click cocktail party by an ultra high sampling rate portable hydrophone array for assessing individual cetacean growth curves*. FA2020, hal-03078655
- **F. Sarano**, V. Sarano, O. Adam, J. Girardet, H. Vitry, A. Preud'homme, R. Heuzey, H. Glotin, J-L Jung & F. Delfour (2019), *A focal animal 6-points Likert scale to rate intra-unit interactions in Sperm whales off Mauritius Island*. World Marine Mammal Conference, Barcelona, Book of Abstracts p.112

**L'association Longitude 181** a pour objectif la protection du milieu marin et le partage équitable de ses ressources, en s'appuyant sur la *Charte Internationale du Plongeur Responsable*. Elle mène des [programmes d'étude et de sensibilisation sur les cachalots](#) et les requins, le programme [Ocean Academy](#) destiné à la jeunesse, et la campagne [« Ici commence l'océan »](#) qui pousse chacun à agir au quotidien pour réduire son impact sur l'océan (voir le livre [« Sauvons l'océan »](#))

### **Marion Poupard**

Marion Poupard est post-doctorante dans le cadre de la chaire ADSIL (ADvanced underSea Intelligent Listening) dans l'équipe DYNI au sein du laboratoire LIS. Marion a réalisé une thèse en bioacoustique au sein de l'équipe, ou elle a pu notamment travailler sur les cachalots, les orques, ou les dauphins tachetés Pantropicaux. Durant ces travaux de thèse, elle a mis en place avec l'équipe un protocole acoustique à Orcalab (Canada, Nord de Vancouver) pour l'observation acoustique individuelle d'orques durant plusieurs mois. Elle a pu embarquer sur diverses missions scientifiques comme le navire océanographique Tara expédition (Papouasie), Sphyrna Odyssey (Mer Méditerranée), Mission Live Together (Entre Nice et la Corse) pour l'acquisition de données bioacoustiques. Ces travaux de thèse portaient sur la classification et la localisation de sources sonores marines et terrestres pour différentes échelles d'études qui sont l'échelle spécifique, populationnelle et individuelle.

### Publications sélectionnées :

- **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*, 1383.
- **Poupard M.**, Ferrari M., Best P., Glotin H. (2021) Passive acoustic monitoring of sperm whales and anthropogenic noise using stereophonic recordings in the Mediterranean North West Pelagos Sanctuary, Scientific Report, Nature Ed.
- **Poupard M.**, Ferrari, M., Schluter, J., Marxer, R., Giraudet, P., Barchasz, V., ... & Glotin, (2019) H. Real-time passive acoustic 3d tracking of deep diving cetacean by small non-uniform mobile surface antenna. In *ICASSP IEEE Int. Conference on Acoustics, Speech & Signal Processing* (pp. 8251-8255)
- Bouchard, B., Barnagaud, J. Y., **Poupard M.**, Glotin, H., Gauffier, P., Torres Ortiz, S., ... & Célérier, A. (2019). Behavioural responses of humpback whales to food-related chemical stimuli. *PloS one*, 14(2), e0212515.

- **Poupard, M.**, de Montgolfier, B., & Glotin, H. (2019). Ethoacoustic by bayesian non parametric and stochastic neighbor embedding to forecast anthropic pressure on dolphins. In *OCEANS*, IEEE
- **Poupard, M.**, Best, P., Schlüter, J., Symonds, H., Spong, P., Lengagne, T., ... & Glotin, H. (2019). Large-scale unsupervised clustering of Orca vocalizations: a model for describing Orca communication systems. In *2nd Int. Workshop on Vocal Interactivity in-and-between Humans, Animals and Robots*.

### Maxence Ferrari

Maxence Ferrari est post-doctorant de la chaire IA de l'Agence Innovation Défense et l'ANR (PI Glotin) ADSIL. Il est diplômé de Centrale Lille et d'un doctorat en mathématique, il travaille principalement en bioacoustique, avec des techniques de traitement de signal et de machine learning. Il a effectué plusieurs missions de placement d'antennes et de collecte de données acoustiques en mer, principalement sur les cachalots.

#### Publications sélectionnées :

- **M. Ferrari** (2020) *Study of a biosonar based on the modeling of a complete chain of emission-propagation-reception with validation on sperm whales* (Doctoral dissertation, Amiens & UTLN).
- M. Poupard, **M. Ferrari**, M., Schluter, J., Marxer, R., Giraudet, P., Barchasz, V., ... & Glotin, H. (2019). Real-time passive acoustic 3d tracking of deep diving cetacean by small non-uniform mobile surface antenna. In *ICASSP IEEE Int. Conference on Acoustics, Speech and Signal Processing* (pp. 8251-8255)
- **M. Ferrari**, H. Glotin., Marxer R., & Asch M. (2020). DOCC10: Open access dataset of marine mammal transient studies and end-to-end CNN classification. In *IEEE Int. Joint Conf. on Neural Networks (IJCNN)*
- **M. Ferrari**, H. Glotin, R. Marxer, V. Barchasz, T. Sarano, V. Giés, ... & Sarano, F. (2019). High-frequency near-field *Physeter macrocephalus* monitoring by stereo-autoencoder & 3D model of sonar organ. In *IEEE OCEANS*
- M. Poupard, **Ferrari, M.**, Schluter, J., Astruch, P., Schohn, B., Rouanet, B., ... & Glotin, H. (2019). Passive acoustics to monitor flagship species near boat traffic in the unesco world heritage natural reserve of scandola. In *Input Academy: Int. Conference on Innovation in Urban and regional planning*.

### Pascale Giraudet

Pascale Giraudet est professeur agrégé en Sciences de la Vie et de la Terre à l'Université de Toulon. Diplômée de l'Ecole Normale Supérieure Ulm et titulaire d'un doctorat en Sciences Cognitives sur le codage neuronal chez les mammifères, elle poursuit depuis 13 ans ses activités de recherche en bioacoustique des mammifères marins dans l'équipe DYNI du LIS CNRS Université de Toulon. Elle a déjà participé à de nombreuses missions scientifiques bioacoustiques sur terre et en mer, notamment sur Cachalots et Orques.

#### Publications sélectionnées :

- O. Dufour, T. Artières, H. Glotin, **P. Giraudet** (2013), Clusterized Mel Filter Cepstral Coefficients and Support Vector Machines for Bird Song Identification, in *Soundscape Semiotics, Localization & Categorization*, Tech Open Book
- H. Glotin, **P. Giraudet** et al. (2013), Tracking multiple marine mammals by shortly or widely spaced hydrophones, in *Dirac NGO, Detection Classification localization of Marine Mammals using passive acoustics*, ISBN 978-2-7466-6118-9, pp. 71-92
- F. Bénard, H. Glotin, **P. Giraudet** (2010) Whale 3D monitoring using astrophysic NEMO ONDE two meters wide platform with state optimal filtering by Rao-Blackwell Monte Carlo data association, *J. of Applied Acoustics*, V71
- H. Glotin, F. Bénard, **P. Giraudet** (2008), Whale Cocktail Party : a Real Time tracking of multiple whales, *Canadian Acoustics Int. Journal*, V 36, p. 139-145
- **P. Giraudet**, H. Glotin (2006), Real-time 3D tracking of whales by echo-robust precise TDOA estimates with a widely-spaced hydrophone array, *Int. Jour. Applied Acoustics*, Elsevier Ed., V67, Issues 11-12, pp 1106-1117

### Véronique Sarano

Titulaire d'un doctorat sur le système assimilation-régénération des sels nutritifs dans l'océan Austral, elle a été conseillère scientifique les questions antarctiques pour la fondation Cousteau : campagne pour le moratoire sur l'exploitation de l'Antarctique, mission d'observation sur la piste d'atterrissage en Terre Adélie, Comité français pour l'environnement polaire (1988-1997). Coordinatrice à bord de missions d'observation et d'étude des cétacés en Méditerranée dans le cadre du WWF-France. Cofondatrice de l'association Longitude 181 en 2002, secrétaire générale pendant 10 ans, responsable des campagnes requins et déchets, responsable des missions en mer cachalots et coordinatrice de l'étude sur les cachalots de l'île Maurice depuis 2015 avec François Sarano (voir détails ci-dessus). Auteure d'une quinzaine d'ouvrages (livres de voyage, guide Libye, et encyclopédies jeunesse sur la nature) ainsi que de nombreux reportages de vulgarisation scientifique pour des magazines.

#### Publications sélectionnées :

- J. Girardet, F. Sarano, G. Richard, P. Tixier, C. Guinet, A. Alexander, **V. Sarano**, H. Vitry, A. Preud'homme, R. Heuzey, A. M. Garcia-Cegarra, O. Adam, B. Madon & J-L Jung (2021) *Long distance runners in the marine realm: New insights into genetic diversity, kin relationships and social fidelity of Indian Ocean male sperm whales*, BioRxiv 2021.04.23.440733; <https://doi.org/10.1101/2021.04.23.440733>
- F. Sarano, J. Girardet, **V. Sarano**, H. Vitry, A. Preud'homme, R. Heuzey, A M Garcia Segarra, G. Richard, P. Tixie, C. Guinet, F. Delfour, H. Glotin, O. Adam & JL Jung (2021) *Kin relationships in cultural species of the marine realm: case study of a social group of sperm whales (Physeter macrocephalus) off Mauritius Island, Indian Ocean*. Royal Society Open Science 8: 201794. <https://doi.org/10.1098/rsos.201794>
- **Sarano V.**, Sarano F., Girardet J., Preud'homme A., Vitry H., Heuzey R., Sarano M., Delfour F., Glotin H., Adam O., Madon B., Jung JL (2021) *Underwater Photo-identification of marine megafauna: an identity card catalogue of sperm whales off Mauritius Island: BioRxiv* <https://doi.org/10.1101/2021.03.08.433909>
- F. Sarano, **V. Sarano**, O. Adam, J. Girardet, H. Vitry, A. Preud'homme, R. Heuzey, H. Glotin, J-L Jung & F. Delfour (2019), *A focal animal 6-points Likert scale to rate intra-unit interactions in sperm whales off Mauritius Island*. World Marine Mammal Conference, Barcelona, p.112

### Jean-Marc Prévot

Ingénieur d'études hors classe à l'UTLN, Administration de systèmes et réseaux, développement de solutions embarquées sur cartes type RaspberryPi. Électronicien de formation et expert en données numériques, il aura pour rôle d'assurer l'archivage en RED NAS des données à bord, estimées pour la semaine à 18 To. Il a participé à une vingtaine de missions, depuis une dizaine d'années, en mer et sur terre, afin de mettre en place des dispositifs d'écoute bioacoustique préalablement conçus en laboratoire.

#### Publications sélectionnées

- R. Bunet, **JM Prévot**, N. Vicente, JR García-March, R. Martinović, J. Tena-Medialdea, D. Joksimovic, JL Bonnefont, S. Coupé (2021), First insight into the whole genome shotgun sequence of the endangered noble pen shell *Pinna nobilis*: a giant bivalve undergoing a mass mortality event, Journal of Molluscan Studies, V 87, Issue 1, eyaa041, <https://doi.org/10.1093/mollus/eyaa041>
- M. Poupard, P. Best, M. Ferrari, P. Spong, H. Symonds, **JM Prévot** et al. (2020), From massive detections and localisations of orca at orcalab over three years to real-time survey joint to environmental conditions. e-Forum Acusticum, pp.3235-3237, 10.48465/fa.2020.1093
- M. Ferrari, M. Poupard, P. Giraudet, R. Marxer, **JM. Prévot**, et al. (2019), Efficient artifacts filter by density-based clustering in long term 3D whale passive acoustic monitoring with five hydrophones fixed under an Autonomous Surface Vehicle, OCEANS IEEE, hal-02313922
- R. Bunet, **JM Prévot**, N. Vicente et al. (2019), Genome description and inventory of immune related genes of the endangered pen shell *Pinna nobilis*: a giant bivalve experiencing a mass mortality event. ResearchSquare, doi.org/10.21203/rs.2.15332/v1



- M. Poupard, P. Best, J. Schlüter, **JM Prévot**, H. Symonds, P. Spong, H. Glotin (2019), Deep Learning for Ethoacoustics of Orcas on three years pentaphonie continuous recording at Orcalab revealing tide, moon and diel effects, *OCEANS IEEE*, pp. 1-7, 10.1109/OCEANSE.2019.8867251.

### Julie Patris

Titulaire d'un doctorat en astrophysique (2002, Paris 6) ainsi que d'un doctorat en bioacoustique (2019, UTLN), Julie Patris est professeur agrégée à l'université d'Aix Marseille au département de physique. Elle s'intéresse depuis quelques années à la conception, mise en place et analyse de missions de bioacoustique en Amérique Latine (Atacama, Patagonie). Ses travaux de recherche portent sur l'analyse du signal et la modélisation de la propagation du son d'origine biologique ou anthropique, ainsi que l'étude de la mesure de l'impact du bruit anthropique sur le milieu océanique.

#### Publications sélectionnées :

- **Patris, J** (2019) "Contributions en méthodes pour le suivi de mysticètes par acoustique passive", PhD thesis, 18th of december
- **Patris J.**, Malige F., Glotin, H., Asch, M. & Buchan, S. J. A (2019) standardized method of classifying pulsed sounds and its application to pulse rate measurement of blue whale southeast Pacific song units. *J. Acoust. Soc. Am.* 146, 2145–2154
- **Patris J**, Buchan SJ, Alosilla G, Balcazar-Cabrera N, Malige F, Glotin H (2020) Southeast Pacific blue whale song recorded off Isla Chañaral, northern Chile. *Mar Mam Sci.* 1–8.
- **Patris J.**, Komatitsch D., Sepúlveda M., Santos M., Glotin H., Malige F., Buchan S., Asch M, (2019) Mono-hydrophone localization of baleen whales: a study of propagation using a spectral element method applied in Northern Chile, *OCEANS IEEE* pp. 1-9, 10.1109/OCEANSE.2019.8867333.4
- F. Malige, **J. Patris**, S. Buchan, K. Stafford, F. Shabangu, K. Findlay, R. Hucke-Gaete, S. Neira, C. W. Clark & H. Glotin (2020) Inter-annual decrease in pulse rate and peak frequency of Southeast Pacific blue whale song types, *Nature, Scientific Reports*, V10, 8121
- F. Malige, D. Djokic, **J. Patris**, R. Sousa-Lima & H. Glotin (2020) Use of recurrence plots for identification and extraction of patterns in humpback whale song recordings, *Bioacoustics*

### Franck Malige

Professeur agrégé de mathématiques, titulaire d'un doctorat en mécanique céleste, chercheur associé au LIS (CNRS France), Franck travaille actuellement sur des modèles mathématiques permettant de mieux comprendre les signaux bioacoustiques. Il participe également à la conception et à la réalisation de missions de terrain en milieu difficile d'accès. Diverses missions au Chili ont permis de recueillir des signaux allant des très basses fréquences (baleines bleues) aux très hautes fréquences (dauphins côtiers, tel le dauphin chilien, endémique de Patagonie).

#### Publications sélectionnées :

- **F. Malige**, J. Patris, S. Buchan, K. Stafford, F. Shabangu, K. Findlay, R. Hucke-Gaete, S. Neira, C. W. Clark & H. Glotin (2020) Inter-annual decrease in pulse rate and peak frequency of Southeast Pacific blue whale song types, *Nature, Scientific Reports*, V10, 8121
- **F. Malige**, D. Djokic, J. Patris, R. Sousa-Lima & H. Glotin (2020) Use of recurrence plots for identification and extraction of patterns in humpback whale song recordings, *Bioacoustics*
- Patris, J., **Malige F.**, Glotin, H., Asch, M. & Buchan, S. J. (2019) A standardized method of classifying pulsed sounds and its application to pulse rate measurement of blue whale southeast Pacific song units. *J. Acoust. Soc. Am.* 146, 2145–2154
- Patris J, Buchan SJ, Alosilla G, Balcazar-Cabrera N, **Malige F**, & Glotin H. (2020) Southeast Pacific blue whale song recorded off Isla Chañaral, northern Chile. *Mar Mam Sci.* 1–8

- **F. Malige**, J. Patris, S. Buchan, & H. Glotin (2018) Acoustical analyses of submarine explosions in northern Chile on long term continuous recordings. in DCLDE conference, Sorbonne

### Sofia Aniceto

Sofia Aniceto is a postdoctoral researcher at UiT - The Arctic University of Norway, funded by the VISTA program of excellence of the Norwegian Academy of Sciences and Letters. Her work focuses on acoustic analyses of whale occurrence and behaviour in Norwegian waters, collected by autonomous underwater systems. During her time as a postdoc, she has studied a large array of species, looked at marine soundscapes, and spatial distribution of acoustic detections. She received a PhD degree from UiT in 2018 on the use of autonomous vehicles for marine mammal research. During her PhD thesis, she studied detection variability of humpback and killer whales, but also harbour porpoises. She has a wide experience with arctic expeditions, having participated in at least four research cruises. Dr. Aniceto has also been teaching at UiT, as a guest lecturer in multiple disciplines but also organizer of the R course for beginners. Her current research topics are focused on the use of acoustic metrics as ecosystem descriptors and diel behaviour of whale vocalizations.

#### Publications sélectionnées :

- **Aniceto A.S.**, Ferguson E., Pedersen G., Tarroux A., Primicerio R. (2021). Acoustic gateways to the Arctic: temporal patterns in the soundscape of coastal Northern Norway. Scientific Reports (under review).
- Martin S.C., **Aniceto A.S.**, Ahonen H., Pedersen G., Lindstrøm U. (2021). Humpback whale (*Megaptera novaeangliae*) song on a subarctic feeding ground. *Frontiers in Marine Science* 8. Doi: 10.3389/fmars.2021.669748
- **Aniceto A.S.**, Pedersen G., Primicerio R., Biuw M., Lindstrøm U., Camus L. (2020). Arctic Marine Data Collection Using Oceanic Gliders: Providing Ecological Context to Cetacean Vocalizations. *Frontiers in Marine Science* 7. Doi: /10.3389/fmars.2020.585754
- Pedersen G., Zhang G., **Aniceto A.S.**, Johnson E. (2020). Long term acoustic time series of the Lofoten–Vesterålen ocean observatory. *The Journal of the Acoustic Society of America* 148(4): 2627-2627.
- Verfuss U.K., **Aniceto A.S.**, Harris D., Gillespie D., Fielding S., Jiminez G., Johnston P., Plunkett R. (2018). A review of autonomous vehicles for the detection and monitoring of marine fauna. *Marine Pollution Bulletin* 140, 17-29. Doi: 10.1016/j.marpolbul.2019.01.009

### Résumé et Objectifs des Expéditions

L'objectif de ARCTIC3D est premièrement de faire un bilan des pollutions acoustiques, chimiques et du réchauffement climatique en dans les Fjords Arctiques, écosystèmes uniques. Deuxièmement de repérer des zones riches de nutrition de la mégafaune, notamment les bancs de harengs (*Clupea harengus*) ou les fronts océaniques dans les eaux froides des fjords au Nord de la Norvège autour de Tromsø, afin de mesurer par indices bioacoustiques les stratégies de communication et coordination de chasse des superprédateurs. Les espèces cibles sont les baleines à bosse (*Megaptera novaeangliae*), cachalots (*Physeter macrocephalus*) et orques d'Europe (*Orcinus orca*) qui se nourrissent dans ces sites ou au alentours, parmi les plus riches en biomasse de la planète. Ces objectifs se complètent : la pression anthropique à la fois chimique et acoustique augmente exponentiellement et impacte ces populations. Le bilan de l'Expédition portera sur l'état des lieux de ces super-prédateurs menacés ainsi que sur la description de leurs stratégies de communication et collaboration de chasse, via les algorithmes de localisation 3D mis au point par la chaire IA ADSIL à l'université de Toulon.

Cette Expédition comporte donc deux protocoles principaux, un bioacoustique et un « omique ». En effet les populations marines sont fortement impactées par les pressions anthropiques dont les Perturbateurs Endocriniens

(PE). L'objectif serait ici de mettre en évidence la présence de certains PE chez les harengs et d'en montrer les effets délétères sur leur santé, et par extrapolation sur celles de leurs prédateurs.

## I. Protocole bioacoustique

De nombreuses études s'intéressent aux écosystèmes des eaux froides des mers du Groenland, de Norvège et de Barents. Elles ont une importance particulière pour la gestion des ressources halieutiques et en raison du changement climatique susceptible d'entraîner le déplacement de l'habitat et même l'extinction de certaines espèces. Les mammifères marins, en particulier les cétacés, constituent un maillon clé de la chaîne trophique dans ces écosystèmes.

L'observation des cétacés, réalisée plus particulièrement en été met en évidence dans cette zone 17 espèces comme le Dauphin à Bec Blanc (*Lagenorhynchus albirostris*), le Marsouin Commun (*Phocoena phocoena*), la Baleine de Minke (*Balaenoptera acutorostrata*), le Rorqual Commun (*Balaenoptera physalus*) et la Baleine à Bosse (*Megaptera novaeangliae*), le Cachalot et plus tard dans l'année l'Orque (Mishin T. et al. 2021). Ces relevés visuels sont rendus difficiles en hiver par le manque de visibilité au-delà du cercle polaire. La bioacoustique présente alors une solution alternative pour la détection et le suivi des populations de Cétacés.

Une étude comparée des formes acoustiques du rorqual et du cachalot arctiques versus Toulonnais sera menée. Nous avons en effet une expertise sur ces deux espèces sur Toulon et sur la planète.

ARCTIC3D a pour objectifs bioacoustiques :

- Etude du paysage acoustique,
- Niveau dB par tier octave, étude de la pollution acoustique,
- Détermination des espèces de Mammifères marins entre 200 m et 20 km à la ronde,
- Etude des Biosonars des odontocètes suivant les conditions océaniques et de nutriments,
- Localisation 3D des individus en déplacement ou en chasse, étude des stratégies de communication et de coordination,
- Analyse des chants et des cultures des mysticètes et des vocalises odontocètes.

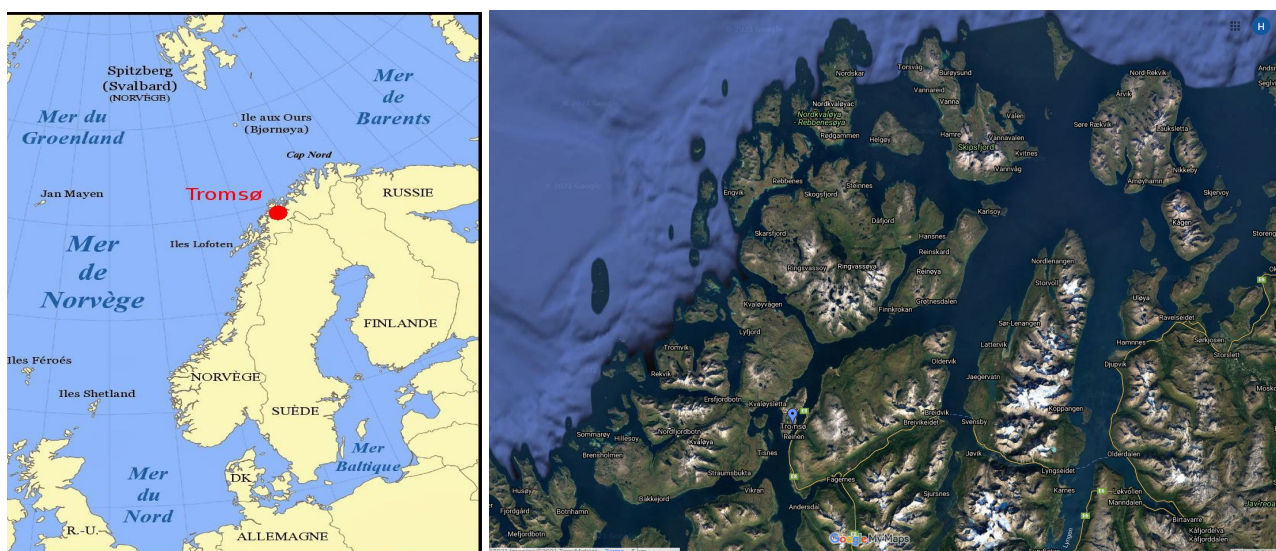


Figure 1 : (Gauche) Tromsø. (Droite) zoom sur la zone de l'Expédition autour de Tromsø (balise bleue) montrant les nombreux Fjords propice à une grande biodiversité (photo de 50 km x50 km).

Ces analyses seront conduites dans le cadre de la Chaire bioacoustique et IA, Chaire IA ADSIL: déploiement de 3 antennes acoustiques haute définition, 512 kHz x 5 hydrophones, 24 bits, 6h par jour et 6h par nuit (au mouillage dans les baies choisies pour leur intérêt de conservation et de biodiversité) x 7 jours. Elles donneront une **mesure de la pollution acoustique Arctique, et de l'activité acoustique de la micro, macro et mégafaune, des comportements et de la communication de la mégafaune**, notamment dans les activités de chasse.

La figure ci-dessous représente la première meute de cachalot mise en évidence par notre équipe. Ces calculs seront possibles sur les antennes embarquées sur Isbjorn en 2022 et 2023, car elles sont conçues pour être facilement déplaçables (carbone, tubes de 2m). En résulteront des observations 3D via nos algorithmes appliqués aux 18 To de données acoustiques inédites par mission.

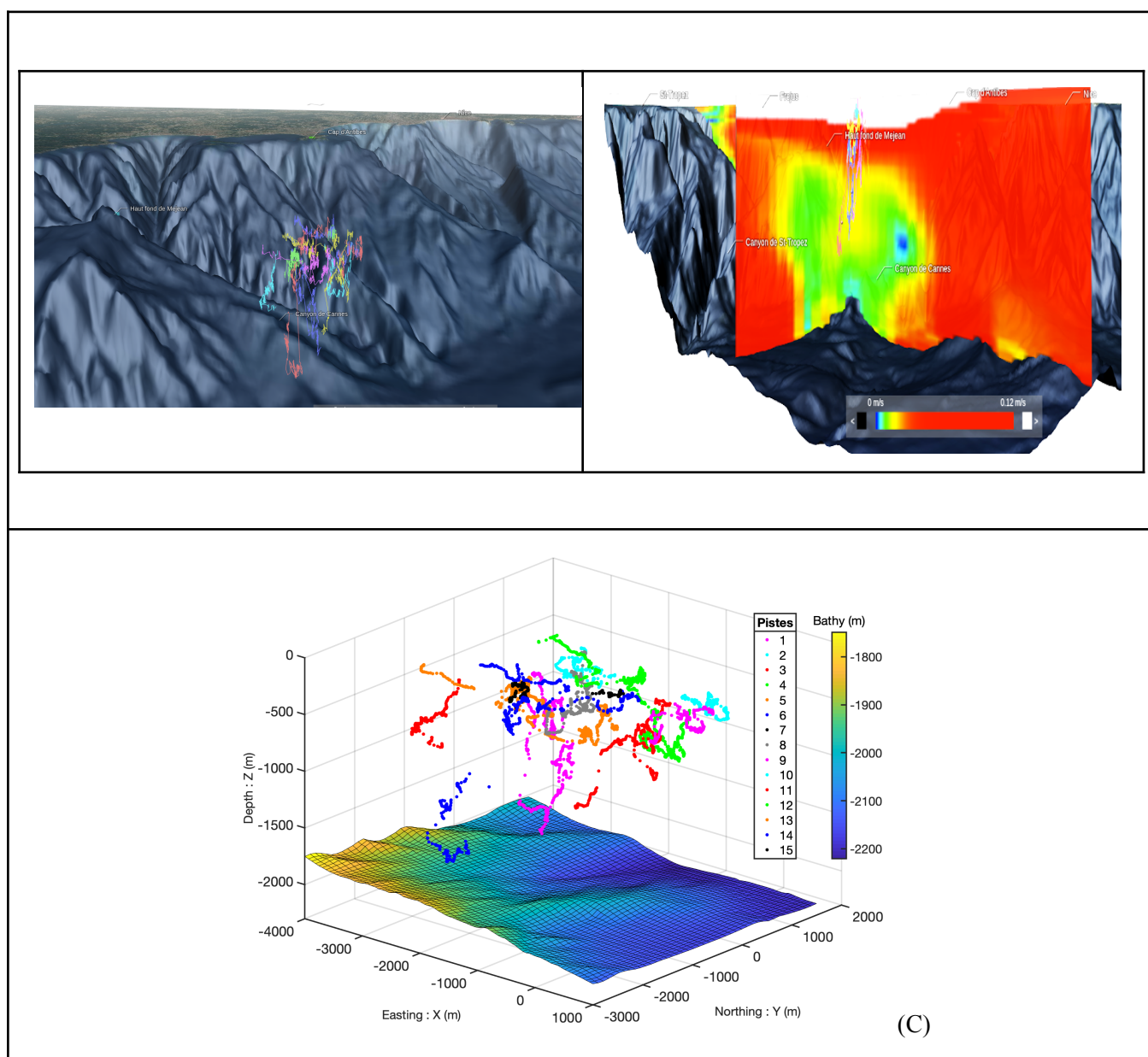


Figure 2 : Sondes 3D calculées par acoustique passive depuis la surface d'une meute de 6 cachalots au large du haut-fond Mejean, vers Monaco, le 2020.01.14 (A). (B) Ces prédateurs restent centrés 3h au centre d'un vortex, front océanique où est brassée une grande biomasse (Glotin et al. 2020 SO1.pdf). Ces vitesses de courant ont été calculées par Yann Oumières UTLN.

## II. Protocole omique

Ces dernières décennies, l'état du milieu aquatique a fortement été impacté par les changements climatiques (élévation de la température, variation du pH,...) ainsi que par la pollution anthropique (Corsolini et al., 2017). Parmi la pléthore de micropolluants retrouvés dans le milieu aquatique, certains ont des effets délétères sur le système endocrinien des individus marins et donc *in fine* sur leur descendance. Parmi les polluants émergents figurent des perturbateurs endocriniens (PE). On recense les hormones naturelles ou synthétiques, les pesticides ou encore les médicaments. Comme il l'a été montré chez d'autres espèces marines (Von Hippe et al., 2018; Rajasilta et al., 2015), ces molécules vont altérer le système endocrinien. Les conséquences plus ou moins dramatiques sur les individus, et donc à plus long terme sur la population, peuvent se traduire par une diminution de la qualité du sperme des mâles et/ou des oeufs, une altération du développement des nouveaux nés, un retard dans la différenciation sexuelle et/ou la maturation sexuelle.

Le hareng, espèce emblématique en Norvège, est un poisson pélagique qui atteint sa maturité sexuelle vers 2-3 ans et qui a une longévité d'une dizaine d'années. Depuis 2009, bien que le stock soit en bon état, les scientifiques ont pu constater que la population reproductrice atlanto-scandien de harengs était en baisse. Afin de savoir si ce déclin est en partie lié à la pollution chronique des Fjords (Peterson et al., 2017; Dahlberg et al., 2016), nous tenterons d'y répondre en menant à bien les missions suivantes : **(1)** réaliser un échantillonnage d'eau de mer pour accéder aux concentrations environnementales de 2 à 3 PE (17alpha-éthinyloestradiol, glyphosate, tamoxifen) suspectés d'être présents dans les eaux marines de Norvège (Selmoni et al., 2019). **(2)** Compléter les données physiologiques actuelles relatives à *Clupea harengus*, en prélevant une centaine d'harengs dans les fjords au nord d'Andenes. Des mesures physiologiques (masse, taille, Index GonadoSomatique -GSI-, malformations externes, sexe, dosages hormonaux...) seront effectuées. **(3)** Réaliser des analyses moléculaires (transcriptomique et génomique). L'approche génomique nous permettra dans un premier temps de confirmer l'identité taxonomique des individus à partir de l'ADNr mitochondrial 16S. L'approche transcriptomique nous permettra ensuite d'apprécier la variation de l'expression de certains gènes clés (*GnRH*, *LH*, *FSH*, *Aromatase*, *Vitellogénine*, *StAR*, *beta-17HSD*, *SHBG*) impliqués dans le système endocrinien (annexe1 - M&M).

L'ensemble de ces résultats nous permettra ainsi d'évaluer l'impact réel (concentrations environnementales) de ces perturbateurs endocriniens sur le devenir des populations de harengs et par extrapolation sur celui de leurs prédateurs.

### Bibliographie protocole bioacoustique

T. Mishin T. (2021) Cetaceans of the Barents Sea: Fauna and population status at the beginning of the XXI century. *Marine Biological Journal*, V6, N2, pp. 52-68. <https://doi.org/10.21072/mbj.2021.06.2.04>

M. Ferrari (2020) *Study of a biosonar based on the modeling of a complete chain of emission-propagation-reception with validation on sperm whales* (Doctoral dissertation).

M. Poupard et al (2019). Real-time passive acoustic 3d tracking of deep diving cetacean by small non-uniform mobile surface antenna. In IEEE *ICASSP* (pp. 8251-8255)

M. Ferrari et al (2019). High-frequency near-field *Physeter macrocephalus* monitoring by stereo-autoencoder and 3d model of sonar organ. In IEEE *OCEANS*

M. Poupard et al (2019). Passive acoustics to monitor flagship species near boat traffic in the unesco world heritage natural reserve of scandola. In *Input Academy: International Conference on Innovation in Urban and regional planning*.

H. Glotin et al (2021) Effet du confinement en mer et découverte de chasse en meute de cachalot, rapport Mission Sphyrna, Exploration de Monaco et FPA2 <http://sabiod.org/SO1.pdf>, 200p.

M. Ferrari, Glotin H., Marxer R., & Asch M. (2020). DOCC10: Open access dataset of marine mammal transient studies and end-to-end CNN classification. In IEEE *Int. Joint Conf. on Neural Networks (IJCNN)*

M. Ferrari, Glotin H., Marxer R., Barchasz V., Sarano V., Giés V., ... & Sarano F. (2019) High-frequency near-field Physeter m. monitoring by stereo-autoencoder and 3D model of sonar organ. In IEEE *OCEANS*

F. Sarano, J. Girardet,, V. Sarano, H. Vitry, A. Preud'homme, R. Heuzey, A M Garcia Segarra, G. Richard, P. Tixie,

C. Guinet, F. Delfour, H. Glotin, O. Adam & JL Jung (2021), *Kin relationships in cultural species of the marine realm: case study of a social group of Sperm Whales off Mauritius Island, Indian Ocean*. Royal Society Open Science 8: 201794. <https://doi.org/10.1098/rsos.201794>

M. Poupard, M. Ferrari, P. Best, H. Glotin, (2021), Passive acoustic monitoring of Sperm whales & anthropogenic noise using stereophonic recordings in the Mediterranean NW Pelagos Sanctuary, In press Scientific Report, Nature Ed.

M. Poupard, S. Symonds, P. Spong, H. Glotin (2021) Intra-Group Orca Call Rate Modulation Estimation Using Compact Four Hydrophones Array, in Journ. *Frontiers in Marine Science, Marine Megafauna*, <https://doi.org/10.3389/fmars.2021.681036>

B. Bouchard, JY Barnagaud, M. Poupard, H. Glotin, P. Gauffier, S. Ortiz, T. J. Lisney, S. Campagna, M. Rasmussen, A. Célérier (2019) Behavioural responses of humpback whales to food-related chemical stimuli, In Plos ONE, <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0212515>

H. Glotin, F. Bénard, P. Giraudet (2008), Whale Cocktail Party : a Real Time tracking of multiple whales, *Canadian Acoustics Int. Journal*, Vol. 36, p. 139-145

### **Bibliographie protocole omique**

Corsolini et al. (2017) The trophic transfer of persistent pollutants (HCB, DDTs, PCBs) within polar marine food webs; *Chemosphere*. 177 : 189-199

Dahlberg et al. (2016) Anthropogenic and naturally produced brominated substances in Baltic herring (*Clupea harengus membras*) from two sites in the Baltic Sea. *Chemosphere*, 144: 2408-2414

Peterson et al. (2017) Characterizing cytotoxic and estrogenic activity of Arctic char tissue extracts in 3 primary Arctic char hepatocytes. *J Toxicol Environ Health*. 80 (16-18) : 1017-1030

Rajasilta et al. (2015) Morphological abnormalities in gonads of the Baltic herring (*Clupea harengus membras*): Description of types and prevalence in the northern Baltic Sea. *Ambio*. 45: 205–214

Selmoni et al. (2019) Sex-specific changes in gene expression in response to estrogen pollution around the onset of sex differentiation in grayling (Salmonidae). *BMC Genomics*, 20: 583

Von Hippe et al. (2018) Endocrine disruption and differential gene expression in sentinel fish on St. Lawrence Island, Alaska: health implications for indigenous residents. *Environ Pollut*. 234: 279–287

### **Bibliographie sur écosystème des Fjords arctiques**

Brattegard, T., 1980. Why biologists are interested in fjords. *Fjord Oceanography*. Plenum Publ. Corp, pp. 5366.

- Buhl-Mortensen, P., and Buhl-Mortensen, L. (2014). Diverse and vulnerable deep-water biotopes in the Hardangerfjord. *Mar. Biol. Res.* 10, 253–273. doi: 10.1080/17451000.2013.810759
- Gasbarro, R., Wan, D., and Tunnicliffe, V. (2018). Composition and functional diversity of macrofaunal assemblages on vertical walls of a deep northeast Pacific fjord. *Mar. Ecol. Prog. Ser.* 597, 47–64. doi: 10.3354/meps12599
- Holte, B., Oug, E., and Cochrane, S. (2004). Depth-related benthic macrofaunal biodiversity patterns in three undisturbed north Norwegian fjords. *Sarsia* 89, 91–101. doi: 10.1080/00364820410003496
- Johansen, P.-O., Isaksen, T. E., Bye-Ingebrigtsen, E., Haave, M., Dahlgren, T. G., Kvalø, S. E., et al. (2018). Temporal changes in benthic macrofauna on the west coast of Norway resulting from human activities. *Mar. Pollut. Bull.* 128, 483–495. doi: 10.1016/j.marpolbul.2018.01.063
- Renaud, P. E., Włodarska-Kowalczyk, M., Trannum, H., Holte, B., Węślawski, J. M., Cochrane, S., et al. (2007). Multidecadal stability of benthic community structure in a high-Arctic glacial fjord (van Mijenfjord, Spitsbergen). *Polar Biol.* 30, 295–305. doi: 10.1007/s00300-006-0183-189
- Rygg, B. (1985). Distribution of species along pollution-induced diversity gradients in benthic communities in Norwegian fjords. *Mar. Pollut. Bull.* 16, 469–474. doi: 10.1016/0025-326X(85)90378-90379
- Włodarska-Kowalczyk, M., Pearson, T. H., and Kendall, M. A. (2005). Benthic response to chronic natural physical disturbance by glacial sedimentation in an Arctic fjord. *Mar. Ecol. Prog. Ser.* 303, 31–41.
- Włodarska-Kowalczyk, M., Renaud, P. E., Węślawski, J. M., Cochrane, S. K. J., and Denisenko, S. G. (2012). Species diversity, functional complexity and rarity in Arctic fjordic versus open shelf benthic systems. *Mar. Ecol. Prog. Ser.* 463, 73–87. doi: 10.3354/meps09858

### Calendrier prévisionnel

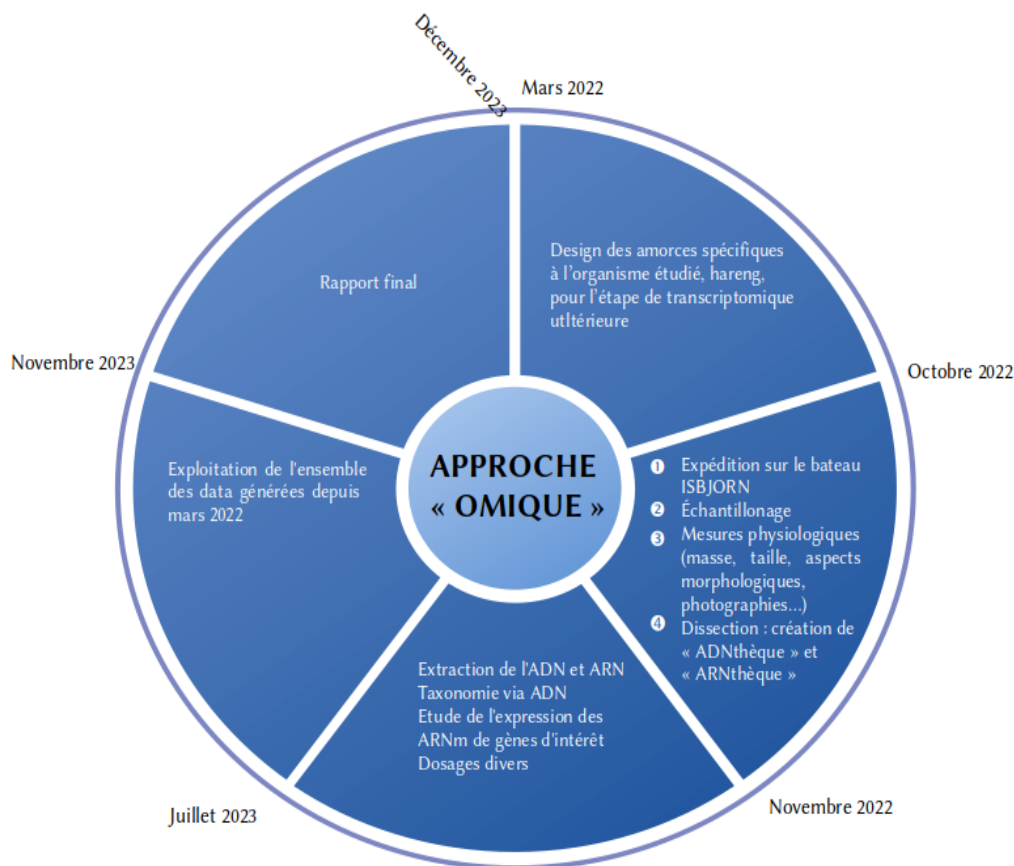
---

#### *Étapes principales du projet*

L'expédition 2022 sera d'une semaine sur mer du 30 oct au 6 nov 2022.

Une mission type est Toulon TromsO par avion, 5h via Oslo, une nuit sur le bateau ancrée à TromsO, 7 jours et nuits à bord, puis retour à TromsO, retour par avion Toulon.

L'acoustique acquise à bord, environ 3 To avec 3 antennes (5 D, et 2 x 4D) sera traitée dans les 3 mois suivants et fusionnée avec les mesures omiques dès juillet 2023. Le cycle des traitements (ici omique, idem acoustiques) est figuré ci-dessous pour 2022 et sera reproduit les 5 années suivantes.



### Résultats attendus, rayonnement, ancrage territorial, transversalité

*Lien avec les stratégies des collectivités – caractère innovant de l'opération sur le territoire*

ARCTIC3D générera plusieurs publications de haut rang, dans Nature, PlosOne, en bioacoustique, et polluants Arctiques, et leur corrélation.

Un film de la mission par F. & V. Sarano pour UTLN, Région PACA et le CNRS sera monté par le service vidéo de l'UTLN.

Un Séminaire régulier présentera les résultats, national à Toulon, et international à TROMSO en coll avec UIT.NO.

Les sons seront diffusés sur France Inter, Radio France etc qui ont déjà diffusé plusieurs de nos protocoles bioacoustiques

Les données seront rendues pour les cours TD et TP des masters MIR, BIOMAR, DID, ROC et licence Biologie.

### Listes des annexes



*Documents à rattacher au formulaire (budget, devis, annexe scientifique, lettre de soutien ...)*

A1. Protocole Omique

A2. Devis

A3. Description du navire

## Annexe 1 : Approche "omique"

### Echantillonnage

A l'issue du prélèvement en mer d'une centaine de harengs, les individus seront sacrifiés après avoir été anesthésiés au MS222 (Tricaine méthanesulfonate) conformément à la procédure « *AVMA Guidelines for euthanasia of Animals ; 2013* ». Après avoir été pesés, mesurés et photographiés, la totalité des tissus sera prélevée et stockée :

1. dans du RNAlater (Sigma-Aldrich) pour une étude ultérieure en biologie moléculaire
2. dans du PBS pour une analyse biochimique ultérieure portant sur les concentrations hormonales et celles d'autres molécules d'intérêt.

L'ensemble des échantillons sera conservé à -20°C sur le bateau puis à -80°C au laboratoire jusqu'aux analyses.

**Dosages chimiques :** Les concentrations en 17 $\alpha$ -éthinyloestradiol, glyphosate et tamoxifen dans l'eau seront dosées par un laboratoire extérieur, LABOCEA (Quimper) lequel a une expertise dans le dosage de diverses molécules en milieu marin.

**Dosages hormonaux :** Les concentrations en testostérone (T) et 17 $\beta$ -oestradiol (E2) seront déterminées selon la méthode ELISA à partir des kits *Testosterone ELISA kit* de chez Abbexa et *Estradiol ELISA Kit* de chez Cusabio.

**Extraction des ARN et analyses par RT-qPCR des ARNm relatifs aux gènes d'intérêt :** 50 mg de tissus seront broyés dans 900  $\mu$ L de *Qiazol Lysing reagent* (Qiagen) avec des billes « matrice D » à l'aide du Fastprep (MPBio). L'extraction des ARN totaux sera ensuite réalisée selon le protocole du Kit *RNeasy Plus Universal Kit* (Qiagen). La concentration en ARN pour chaque individu sera déterminée par spectrophotométrie (Nanodrop). Les ARN totaux obtenus seront conservés à -20°C sur le bateau puis à -80°C de retour au laboratoire jusqu'à la réalisation de la RT-qPCR. L'étape de RT sera conduite avec l'enzyme *GoScript Reverse transcriptase* de chez Promega et des amorces random seront utilisées pour réaliser cette étape. L'ensemble des ADNc obtenus sera conservé à -20°C avant l'étape de qPCR. Les couples d'amorces spécifiques à chaque gène seront préalablement dessinés par nos soins puis ils seront synthétisés par Eurogentec. Les programmes d'amplification utilisés seront spécifiques à chaque gène et seront réalisés sur le LighCycler480 avec le kit *GoTaq qPCR Master Mix* (Promega).

**Analyses statistiques:** Les valeurs moyennes de chaque échantillon (duplicata ou triplicata) seront calculées et les résultats seront exprimés comme valeur moyenne  $\pm$  S.E.M (Standard Error of the Mean). Avant chaque analyse statistique (basée sur le test T), toutes les données seront soumises à un test de Normalité via un test de Shapiro-Wilk à l'aide du logiciel GNU-R (GNU General Public License software). La différence observée sera considérée comme étant significative lorsque la valeur  $p < 0,05$ .

**A2. Devis des mesures Omiques**

UNIVERSITÉ DE TOULON		DEMANDE D'ACHAT obligatoire pour un montant < 15 000 € HT			
<b>PRÉVOT D'ALVISE NATHALIE - APP volet recherche 2022</b>					
Service ▶	Laboratoire MIO	Centre financier ▶			
Date ▶	21/10/2021	eOTP ▶			
		OP			
		COMPTE EN LIGNE :			
<b>FOURNISSEUR : QIAGEN</b>					
N° de devis :					
Référence	Désignation	Quantité	PU HT REMISÉ	TOTAL	
69504	DNeasy Blood & Tissue Kit	4	161,28	645,12	
79254	RNase-Free DNase Set (50)	2	72,38	144,76	
19101	Rnase-A (17500U)	2	210,9	421,80	
73404	RNeasy Plus Universal Tissue Mini Kit50	4	348,87	1395,48	
				0,00	
				0,00	
				0,00	
				0,00	
				0,00	
	Carboglace : 20 €			20,00	
	FRAIS DE PORT : OFFERT > 600€				
Signature obligatoire du responsable hiérarchique :		Montant HT	2627,16		
		Montant TTC			

Page 1

Commande Motif :

Destinataire / lieu : Nathalie PREVOT

Livraison

Bureau : R 229

Contact : PREVOT

**Projet AAP2022 - PREVOT D'ALVISE – embio**

Service ►

Centre financier ►

Date ► 21/10/2021

eOTP ►

OP

COMPTE EN LIGNE :

 FOURNISSEUR : **QIAGEN**

N° de devis :

Référence	Désignation	Quantité	PU HT REMISÉ	TOTAL
69504	DNeasy Blood & Tissue Kit	8	161,28	1290,24
79254	RNase-Free DNase Set (50)	3	72,37	217,11
				0,00
				0,00
				0,00
				0,00
				0,00
				0,00
				0,00
	Carboglace : 20 €			20,00
	FRAIS DE PORT : OFFERT > 600€			

 Signature obligatoire du  
responsable hiérarchique :

Montant HT

**1527,35**

Montant TTC

Commande Motif :

Destinataire / lieu : Nathalie PREVOT

Livraison Bureau : R 229

Contact : PREVOT

UNIVERSITÉ DE TOULON		DEMANDE D'ACHAT obligatoire pour un montant < 15 000 € HT		
<b>PRÉVOT D'ALVISE NATHALIE - APP 2022 volet recherche</b>				
<b>Service</b> ▶		<b>Centre financier</b> ▶		
<b>Date</b> ▶	21/10/2021	<b>eOTP</b> ▶		
		<b>OP</b>		
COMPTÉ EN LIGNE :				
<b>FOURNISSEUR : PROMEGA (correspondant : Florian MIGNOT - 06 03 99 77 19)</b>				
24 CHEMIN DES VERRIERES - 69 260 CHARBONNIERES LES BAINS				
<b>N° de devis :</b>				
Référence	Désignation	Quantité	PU. HT REMISÉ	TOTAL
A5001	GoScript Reverse Transcription system, 100 rxn	2	312,75	625,5
A6002	GoTaq qPCR Master mix	2	550,00	1100
				0,00
				0,00
	FRAIS DE PORT : OFFERT			
<b>Signature obligatoire du responsable hiérarchique :</b>			Montant HT	<b>1725,50</b>
<b>Commande Motif :</b>			Montant TTC	
<b>Destinataire / lieu :</b> Nathalie PREVOT				
<b>Livraison Bureau :</b> R 229				
<b>Contact :</b> PREVOT				

Page 1

Tel: +33 (0)1 76 63 32 65  
E-Mail: [info@anticorps-enligne.fr](mailto:info@anticorps-enligne.fr)

Fax: +33 (0)1 74 18 08 22  
[www.anticorps-enligne.fr](http://www.anticorps-enligne.fr)

anticorps<sup>-enligne.fr</sup>

## Estradiol Kit ELISA

Antigène:	<b>Estradiol</b>
Reactivité:	Poisson
Type de méthode:	Compétition ELISA
Gamme de détection:	40-1400 pg/mL
Seuil minimal de détection:	40 pg/mL
Application:	ELISA
N° du produit:	ABIN456905
Quantité:	96 tests
Prix:	546,20 € (Plus frais de livraison 40,00 € et TVA)
Disponibilité:	Envoi sous 7 à 10 jours ouvrables (Destination: France)

UNIVERSITÉ DE TOULON		DEMANDE D'ACHAT obligatoire pour un montant < 15 000 € HT		
<b>PREVOT D'ALVISE – AAP2022 – amorces pour transcriptomique et génomique</b>				
<b>Service</b> ▶		<b>Centre financier</b> ▶		
<b>Date</b> ▶ 21/10/2021		<b>eOTP</b> ▶		
COMPTE EN LIGNE :				
<b>FOURNISSEUR : EUROGENTEC FRANCE</b>				
<b>N° de devis :</b>				
Référence	Désignation	Quantité	PU. HT	TOTAL
CD-OGR02-S	Oli&GO Reload – S	4	250	1000,00
				0,00
				0,00
				0,00
				0,00
				0,00
				0,00
				0,00
				0,00
				0,00
Signature obligatoire du responsable hiérarchique :			Montant HT	1000,00
			Montant TTC	
<b>Commande</b> Motif : Destinataire / lieu : Nathalie PREVOT <b>Livraison</b> Bureau : R 229 Contact : PREVOT				

### A3. Bateau polaire de l'Expédition ARCTIC FJORD 3D : L'Isbjorn II



<https://www.escales-polaires.com/le-bateau/>

Les conditions de vent au Troms sont généralement faibles et 80% des déplacements s'effectuent au moteur. Dès lors, nous avons opté pour un ancien bateau polaire Danois, riche d'histoire, conçu et construit pour travailler à l'entretien des phares et bouées au Groenland. Toutes les contraintes de condensation, d'économie d'eau, de promiscuité, de chauffage, etc, inhérentes au voilier, sont écartées pour un bon compromis confort / tarifs. Le bateau est vraiment au service de notre objectif : observer les sites les plus intéressants du Troms, et effectuer un maximum d'observations animalières. Adapté à la navigation dans la glace, "Isbjørn II" nous permet d'approcher de "côtoyer" la banquise dérivante et les zones les plus riches en biodiversité sans contrainte car sa modeste taille permet d'accéder aux sites.

Caractéristiques : Longueur : 24m, tirant d'eau : 3m, accès aisé en toute zone, ; Capacité d'accueil : 12 personnes réparties en 6 cabines de 2 couchettes superposées, avec un lavabo ; Grand écran avec logiciel de navigation ; connectable en HDMI et USB pour travaux ; Salle à manger qui sera le quart de travail scientifique, 220V disponible ; Atelier de mécanique et électronique qui sera apporté et géré par JM Prévot et V Gies ; Équipage 3 / 4 personnes ; Lien sur Marine Traffic de l'AIS pour suivi en live du bateau des équipes à Toulon..



# SORTIES NATURE DÉCOUVERTE DU VIVANT

SARL DÉCOUVERTE DU VIVANT - SIRET : 521 535 575 00018 / APE 7420Z



## DEVIS DDV-21D003T

### ADRESSÉ À

#### Université de Toulon / UTLN

Av. de l'Université, 83130 La Garde  
Contact: Professeur Hervé GLOTIN

### OBJET

Forfait de l'organisation logistique de la mission scientifique POLAR 3D de l'université de Toulon, sous la direction scientifique de Pr Glotin membre honoraire de l'Institut Universitaire de France, et sous le chef d'expédition François Sarano (ex chef des missions Cousteau), dans les fjords de Norvège entre Tromso et Skjervoy pour l'étude des polluants chimiques et l'accoustique sur les sites de prédatons des superprédateurs (Orque, Baleine à Bosse, Cachalot).  
Le navire et son équipage (1 capitaine et 2 matelots) seront entièrement dédiés et dévoués aux manipulations scientifiques de la mission. Seuls les membres de l'expédition POLARD3D seront à bord (maximum 12).

#### Le Navire est l'Isbjorn II :

- Navire baliseur groenlandais réaménagé pour les expéditions polaires
- dimensions : 25 x 5,70m
- 12 couchages passagers + 3 couchages pour les membres d'équipage
- Equipage : 1 capitaine (Laurent JAUBERT) + 2 matelots
- Système de grutage (jusqu'à 600 kgs) à bord permettant l'immersion de matériel à l'eau.
- Local technique pour entreposer du matériel.
- accès à espace pour réalisation de protocoles scientifiques.

### DATES

Séjour 1 : 30/10/22 au 06/11/22 – 8 jours  
(le navire sera disponible pour un autre devis en 2023)

### TARIF

Forfait privatisation du navire ISBJORN II : 23000€ HT (8 jours)

Est inclus : location du navire ISBJORN II, hébergement, restauration, carburant du navire, mise à disposition des membres d'équipage pour la réalisation des opérations scientifiques. Départ et retour de la mission à Tromso (Norvège).

N'est pas inclus : transport jusqu'à Tromso. Prévoir 500-600€ billet avion (Paris-Tromso)

<b>Total HT :</b>	<b>23000 €</b>
<b>TVA 20% :</b>	<b>4600 €</b>
<b>Total TTC :</b>	<b>27600 €</b>

En vous souhaitant bonne réception, veuillez agréer l'expression de mes plus sincères salutations.

À Gigean, le 22 octobre 2021  
Thomas ROGER





# SOCIÉTÉ GÉNÉRALE

## RELEVÉ D'IDENTITÉ BANCAIRE

TITULAIRE DU COMPTE :  
DÉCOUVERTE DU VIVANT

DOMICILIATION AGENCE SOCIÉTÉ GÉNÉRALE  
MONTPELLIER (01430)  
Tél : 04 67 66 57 00

### RÉFÉRENCES BANCAIRES

Banque	Agence	N° de compte	Clé
30003	01430	00027002272	51

IDENTIFICATION INTERNATIONALE  
IBAN : FR76 3000 3014 3000 0270 0227 251  
BIC ADRESSE SWIFT : SOGEFRPP