

Courant de Humboldt

Des dynamiques océaniques à la gestion des pêches au Pérou

Rapporteur scientifique
Arnaud Bertrand, IRD

Référente
Sabine Tostain, IRD



COLLECTION **Chemins d'impacts**

www.editions.ird.fr

Courant de Humboldt

Des dynamiques océaniques
à la gestion des pêches au Pérou

Courant de Humboldt

Des dynamiques océaniques à la gestion des pêches au Pérou



Oiseaux marins s'alimentant près d'une « oasis » océanique au Pérou.
© IRD/Y. Tremblay

L'équipe d'étude

Rapporteur scientifique :

Arnaud Bertrand, IRD, unité « Biodiversité marine, exploitation et conservation » (Marbec)

Référente :

Sabine Tostain, IRD, Mission évaluation et programmation de la recherche (MEPR)

Référents méthodologiques :

Florence Sylvestre, IRD, unité « Centre européen de recherche et d'enseignement des géosciences de l'environnement » (Cerege)

Laurent Vidal, IRD, unité « Sciences économiques et sociales de la santé et traitement de l'information médicale » (Sesstim), représentant de l'IRD au Mali

Étude réalisée en 2018

IRD

Institut de recherche pour le développement

Chemins d'impacts

Marseille, 2023

Note introductive

Coordination éditoriale
IRD/Ghislain Thirion

Coordination production
IRD Éditions

Préparation de copie
Stéphanie Quillon (34)

Conception maquette
Aline Lugand (30)

Mise en page
Desk (www.desk53.com.fr)

Publication en libre accès selon les termes de la licence Creative Commons CC BY-NC-ND 4.0, consultable à l'adresse suivante : <https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/deed.fr>. Elle autorise toute diffusion de l'œuvre, sous réserve de mentionner les auteurs et les éditeurs et d'intégrer un lien vers la licence CC BY-NC-ND 4.0. Aucune modification n'est autorisée et l'œuvre doit être diffusée dans son intégralité. Aucune exploitation commerciale n'est autorisée.



© IRD, 2023

ISBN PDF : 978-2-7099-3009-3

L'IRD a engagé en 2017 un projet pilote destiné à identifier et analyser l'impact de ses recherches sur les sociétés des pays du Sud. La démarche retenue est fondée sur la réalisation d'études de cas *ex post*, c'est-à-dire « après les faits ».

Les études sélectionnées pour ce projet sont représentatives des grands domaines scientifiques de l'IRD, avec pour problématique de fond le développement durable et pour démarche une recherche en partenariat. Ces analyses d'impact se sont inspirées des démarches méthodologiques développées dans le domaine de la recherche agronomique par l'Inrae (Asirpa – Analyse des impacts de la recherche publique agronomique) et le Cirad (Impress – Impact of research in the South). Ces études ont été choisies pour les impacts avérés de recherches menées par l'IRD et ses partenaires, qui ont été rapportés par la communauté scientifique.

Dans ce cadre général, le travail d'enquête a consisté à identifier les différents acteurs et éléments en jeu, et à mettre en évidence les interactions qui ont contribué au cheminement allant de la recherche à un impact sociétal. Sont ainsi retracés le contexte, les contributions des acteurs à la réalisation de la recherche, les produits issus de la recherche, les acteurs qui ont créé les conditions d'appropriation et de transformation des résultats de la recherche et les impacts générés.

Le « chemin d'impact » ainsi tracé et la « chronologie » qui lui est associée sont des instruments clés pour caractériser les réseaux d'acteurs et les processus qui conduisent à des impacts. Ceux-ci ont été catégorisés en grands domaines : politique ; institutionnel ; environnemental ; économique ; social, sanitaire, éducatif, culturel ; renforcement des capacités ; académique.

Chaque impact identifié et décrit a été documenté à partir d'entretiens avec les acteurs du chemin d'impact.

Pour en savoir plus sur la démarche mise en œuvre pour réaliser ces études, vous pouvez consulter le guide sur l'Analyse multidimensionnelle des impacts de la recherche et de ses innovations sur le développement des sociétés du Sud (Miriades) publié dans la collection *Chemins d'impacts*.

Merci à tous ceux qui ont contribué à resserrer les liens entre recherche et société et à mettre en lumière la diversité de ces apports réciproques.

Mission d'évaluation et de programmation de la recherche

Sommaire

Note introductive.....	5	Publications académiques marquantes.....	28
Résumé.....	9	Produits d'accompagnement et construction d'une communauté scientifique en sciences de la mer au Pérou.....	29
Contexte.....	11	La construction d'une communauté.....	29
Contributions des acteurs.....	17	L'accompagnement d'une communauté.....	30
Les compétences scientifiques mobilisées.....	17	Circulation des connaissances et intermédiaires.....	35
Les acteurs du système de recherche : scientifiques et bailleurs.....	18	Ministère de la Production (Produce).....	35
Les laboratoires et institutions de recherche non universitaires.....	18	Ministère de l'Environnement et des Aires protégées (Minam).....	36
Les universités.....	20	Institut de la mer du Pérou (Imarpe).....	36
Les institutions publiques du Pérou.....	20	Syndicat national des pêches (SNP), entreprises privées de la filière pêche industrielle.....	37
Les entreprises de la filière pêche industrielle.....	21	Estudio Nacional del Fenómeno El Niño (Enfen).....	38
Les bailleurs de nations étrangères au Pérou.....	22	Institut de recherche pour le développement (IRD).....	38
Les données.....	22	Organisations non gouvernementales (ONG).....	39
Produits de la recherche.....	25	Premiers impacts.....	41
Les produits de type méthodes et outils.....	25	Impact en renforcement de capacités et approche des recherches.....	41
La production de nouvelles connaissances.....	26	Développement d'une communauté scientifique.....	41
Actes de la conférence internationale de Humboldt, 2006.....	26	Appétence et confiance accrues pour les données marines disponibles.....	41
Rapports d'expertises.....	26	Augmentation significative des diplômés.....	42
Atlas de la pêche artisanale en mer au Pérou, 2017.....	27	Approche intellectuelle et de recherche modifiée.....	42
		Capacités et moyens techniques de recherche acquis par l'Imarpe.....	42
		Impact environnemental.....	42
		Adaptations face aux changements climatiques.....	42
		Système d'alertes et d'actions publiques adaptées en cas de crise climatique ou économique.....	43
		Gestion optimisée de la ressource naturelle et des produits de la mer.....	43
		Adaptation des techniques de pêche ou de transformation des produits de la pêche, avec objectifs économiques et responsables.....	44
		Impact économique.....	44
		Quotas imposés plus précis et scientifiquement plus étayés sur la filière de la pêche industrielle.....	44

Équipements acoustiques et techniques.....	44
Accès des industriels à de nouveaux marchés internationaux.....	44
La pêche artisanale comme enjeu économique et socioéconomique majeur.....	45
Recrutements de scientifiques formés par les entreprises et ONG.....	45
Impact politique.....	45
Appui à la décision politique.....	45
Prise en compte de la filière de la pêche artisanale comme enjeu politique et économique pour la gestion et la réglementation à concevoir.....	46
Plan d'actions de gestion de crise sur événements climatiques majeurs.....	47
Impacts étendus.....	49
Impacts potentiels.....	50
Impact potentiel environnemental.....	50
Impact potentiel économique.....	50
Impact potentiel sur la société civile.....	51
Annexes.....	55
Entretiens réalisés.....	55
Documents cités.....	57
Liste des sigles.....	61

Résumé

Les recherches et actions menées par l'Institut de la mer du Pérou (Imarpe) avec l'appui, la présence et la coopération internationale – en particulier de l'IRD – ces vingt dernières années ont eu des impacts au Pérou qui dépassent le cadre strictement scientifique d'observation et compréhension du milieu marin et de ses ressources vivantes liées au courant de Humboldt.

Les impacts ont été identifiés par les acteurs eux-mêmes, et découlent de parcours de connaissances au Pérou et d'interactions complémentaires hors cadre scientifique : des étudiants devenus professionnels, des organisations non gouvernementales, des entreprises privées.

Par l'appui technique et méthodologique, la transmission de savoirs, la structuration de recherches internationales avec financements incitatifs, la mobilité d'experts et la création d'échanges scientifiques, l'IRD a contribué notablement avec son partenaire péruvien l'Imarpe à plusieurs de ces impacts tels :

- le développement des capacités de recherche en sciences de la mer au Pérou avec la formation d'une nouvelle génération de jeunes scientifiques ;
- une meilleure reconnaissance de la communauté internationale ;
- le renforcement du changement de paradigme avec l'évolution vers une vision écosystémique ;
- une meilleure capacité d'alerte et connaissance de la dynamique du milieu marin péruvien et des phénomènes climatiques ;
- le renforcement des capacités d'argumentation scientifique moderne pour la gestion des ressources et les décisions de politiques du secteur public et industriel ;

- le dimensionnement objectif de l'importance de la pêche artisanale dans le contexte des pêcheries péruviennes ;
- et les actions visant des normalisations et des certifications internationales de la filière pêche.

Contexte

L'État péruvien a pour sources de revenu principal les fruits de l'exploitation, la transformation et l'exportation de ressources naturelles – essentiellement minières et pétrolières puis marines via la pêche industrielle et la transformation des poissons en farines et en huiles. Le Pérou est au second rang mondial des débarquements halieutiques avec, en moyenne, plus de 7 millions de tonnes de poissons pêchés chaque année entre 2003 et 2012. Ses eaux poissonneuses sont liées à la présence d'un système océanique particulier, le courant de Humboldt, qui entraîne la remontée (*upwelling*) d'eaux profondes froides riches en nutriments à la base d'une très forte productivité biologique.

Suite à la conjonction de l'événement El Niño de 1972-1973, d'un changement de régime climatique et de la surpêche, les captures halieutiques se sont effondrées au début des années 1970 : « crise de l'anchois ». Cette crise, qui a eu des répercussions mondiales, a mis en évidence que la ressource n'était pas éternelle et qu'il y avait urgence à améliorer le suivi des stocks exploités sur lesquels une grande partie de l'économie du pays reposait – et repose toujours¹. Plusieurs autres



Pêche à l'anchois au Pérou.
© IRD/P. Fréon

1. Les entreprises industrielles de pêche et transformation des produits de la pêche sont représentées et regroupées dans la Sociedad Nacional de Pesquería (SNP) constituée en 1952.

événements climatiques se sont produits ensuite, notamment les événements El Niño de 1982-1983 et 1997-1998. Les études scientifiques et la compréhension du milieu ainsi que les politiques publiques de gestion des pêches ont ainsi chaque fois progressé.

À l'international, la communauté scientifique est très intéressée par cet écosystème qui produit plus de poissons par kilomètre carré que toute autre zone marine. De plus, cette région est celle qui est la plus affectée par la variabilité climatique, en particulier les événements El Niño. Par ailleurs, cette région est caractérisée par la présence en subsurface d'une zone quasiment dépourvue d'oxygène qui structure fortement l'écosystème. Elle constitue une fenêtre vers le futur car les zones de minimum d'oxygène s'étendent dans l'océan mondial et ce dernier est également en phase d'acidification du fait du changement climatique. Au niveau national, aux enjeux économiques se sont ajoutés les enjeux environnementaux avec la volonté de ne pas considérer seulement les espèces exploitées mais l'ensemble de l'écosystème (ex. : prise en compte de la dynamique climatique mais également de l'ensemble du réseau trophique du plancton jusqu'aux oiseaux marins qui produisent le guano, exploité sur les îles, mais qui consomment les mêmes proies que celles exploitées par la pêche, l'anchois en particulier).

Dès 1975, l'Imarpe (organisme public technique spécialisé du secteur productif², sous-secteur des pêches) s'engage dans une collaboration scientifique internationale, en particulier avec la coopération allemande dans les années 1980 (donation d'un navire océanographique, formation de scientifiques et chercheurs). Cette coopération a notamment abouti à la production de deux ouvrages de référence synthétisant la connaissance du milieu marin au Pérou et des ressources d'anchois entre 1950 et 1985¹. Le Pérou entre alors vers la fin des années 1980 dans une longue crise sociopolitique et économique. L'une des conséquences est une baisse drastique des crédits alloués à la recherche et à l'évaluation des stocks ainsi que l'isolement de la communauté scientifique péruvienne et des institutions. Compte tenu de problèmes de sécurité nationale, les activités et la représentation de l'IRD au Pérou fonctionnent *a minima* pendant la période. Néanmoins, quelques scientifiques de l'Imarpe ou universitaires continuent pendant cette période de suivre l'actualité scientifique et participent à des colloques ou conférences

internationales. De plus, le programme de l'Union européenne Veccep (Venezuela, Colombie, Équateur, Pérou) pour le développement de la pêche a financé toutes les campagnes scientifiques en mer ces années-là, et a ainsi permis de poursuivre l'observation intensive de la pêche artisanale et d'appuyer la formation des scientifiques. Durant la seconde moitié des années 1990, la coopération japonaise a également donné le navire *José Olaya Balandra* qui a permis l'exploration des ressources démersales, des grandes profondeurs et le développement de la pêche à la *pota* et au calamar géant (*Dosidicus giga*) entre autres.

Les échanges scientifiques entre l'Imarpe au Pérou et l'IRD débutent à la fin des années 1990 sous la forme d'échanges entre personnalités scientifiques de ces deux institutions (biologistes des pêches, acousticiens et paléo-océanographes)³. Des équipes françaises de l'IRD travaillaient déjà sur d'autres systèmes comparables en Afrique de l'Ouest et Afrique du Sud depuis la fin des années 1970 avec un fort niveau d'expertise et de connaissances. À la fin des années 1990 jusque début 2000, à la demande de l'Imarpe, des chercheurs de l'IRD réalisent des séjours au Pérou de plus en plus fréquents pour collaborer avec les scientifiques de l'Imarpe ou comme experts scientifiques sur des disciplines spécifiques (acoustique et océanographie principalement).



Anchois (*Engraulis ringens*) et munida ou galathée (*Pleuroncodes monodon*) pêchés lors d'une campagne océanographique conjointe de l'Imarpe avec l'IRD.
© IRD/A. Bertrand

Dès les années 2000, en amont des premières collaborations formelles et des projets lancés sur le Pérou et Humboldt, plusieurs problématiques étaient identifiées sur cette zone géographique particulière : i) un contexte océanique spécifique de courant de type *upwelling* encore mal connu scientifiquement – tout comme son rôle et ses interactions avec le système global des océans ou changements climatiques – ; ii) une région de ressources halieutiques majeure avec une économie nationale très liée à ladite ressource ; iii) des événements climatiques extrêmes provoquant des crises économiques de la filière des pêches mais dont les liens de causes à effets sont encore mal connus ou mal décrits.

2. Ministère de la Production : Produce.

3. Cf. rapports de la représentation de l'IRD à Lima-Pérou retraçant les historiquesⁱⁱ etⁱⁱⁱ.

L'observation de la ressource pêchée d'une part, et l'observation du milieu océanique d'autre part avec l'Imarpe principalement, la Direction d'hydrographie et de navigation de la Marine de guerre du Pérou⁴ et l'IGP⁵ partiellement existaient déjà au Pérou. Ces observations parallèles étaient rarement – ou pas – appréhendées de façon holistique par l'intermédiaire de recherches multidisciplinaires. Ces dernières permettent l'étude des interactions dans l'ensemble du système : les ressources exploitées ou non et le milieu océanique ou atmosphérique constituant un ensemble complexe, connecté à la dynamique des océans et du climat.

L'IRD, institut déjà présent et déjà inscrit dans des coopérations internationales avec le Pérou, a fourni un fort appuiⁱⁱⁱ aux chercheurs (des unités de recherche Idyle et Activeⁱⁱⁱ) grâce à des représentants successifs de l'IRD à Lima très investis. Cela a aidé à mobiliser les acteurs et ancrer institutionnellement^{iv} des projets scientifiques d'envergure internationale. Cette mobilisation sur la période, côté péruvien comme français, avec l'affectation d'un noyau au Pérou, au sein de l'Imarpe, de chercheurs IRD de domaines disciplinaires complémentaires, a servi de levier à une succession de financements internationaux (NSF, ANR, Nations unies-GEF, BID, IRD et ses différents outils incitatifs et d'appui à la mobilité). Dans un cadre déjà formalisé en amont par des conventions ou des projets de coopération internationale – incluant d'autres universités françaises, péruviennes, américaines ou chiliennes – la construction et la mise en œuvre de deux laboratoires mixtes Discoh et Paléotracés⁶ et ces nombreux échanges scientifiques d'étudiants ou scientifiques ont ensemble créé une « communauté Humboldt ». L'organisation conjointe de la conférence internationale Humboldt en 2006 a non seulement rendu visible cette communauté mais a également donné lieu à une série de publications scientifiques sous forme d'un numéro spécial dans la revue internationale reconnue *Progress in Oceanography*. Cet ouvrage est considéré depuis comme un nouvel état de l'art sur le sujet – et spécifiquement sur le Pérou.

En 2008-2009, le ministère de la Production (Produce) remplace les quotas globaux par des quotas de pêche individuels pour les industriels de la pêche à l'anchois. Par la suite, des règles de filière sont établies pour l'exploitation de la ressource pêchée (pêche industrielle vers la transformation en farines, huiles, conserves et pêche artisanale vers la consommation humaine et ventes directes).

Sur l'ensemble de la période observée (2000-2017), une riche production scientifique et des découvertes majeures dans plusieurs domaines disciplinaires ont prouvé la progression de la science grâce à ces collaborations. Elles ont renforcé la capacité scientifique de conseil à la prise de décisions publiques, à enrichir les analyses, l'expérience et l'appui aux scientifiques de l'Imarpe pour intégrer la nouvelle vision écosystémique. Ceci a permis à l'établissement public de préconiser des modalités de gestion des pêches auprès du ministère de la Production et des acteurs économiques en se basant sur une science « plus solide » et reconnue tant nationalement qu'internationalement. Un autre élément notable est le transfert de connaissances et de vision globale depuis le milieu marin et écosystémique « Humboldt » des côtes péruviennes vers l'écosystème océanique plus large : la planète et les adaptations climatiques de l'écosystème.

La présente étude retrace le chemin parcouru entre le début de la coopération de l'IRD avec le principal partenaire péruvien qu'est l'Imarpe – partenaire incontournable pour les thématiques de la mer au Pérou – et les derniers éléments notables de traçabilité des impacts non académiques.

4. www.dhn.mil.pe.

5. IGP : Instituto Geofísico del Perú.

6. Ces deux laboratoires mixtes internationaux ont été reconduits en 2015.

Contributions des acteurs

Les compétences scientifiques mobilisées

Les équipes de recherche françaises impliquées avec l'IRD^v ont principalement travaillé avec celles de l'Imarpe (Institut de la mer du Pérou dédié au service public et laboratoires de recherche^{vii}) et, plus ponctuellement de l'IGP (Institut géophysique du Pérou, aux missions de recherche sous la tutelle du ministère très récent de l'Environnement : Minam).

Au fil des vingt ans observés dans la présente étude, le réseau de collaboration s'est étoffé : pour la partie française avec l'intervention ou affectation de professeurs de grandes écoles ou d'universités françaises, au Pérou sur des points ou technologies particuliers.

Les premières collaborations scientifiques entre l'Imarpe et l'IRD ont débuté sur des problématiques halieutiques avec des experts en acoustique ou en écologie marine. Progressivement, les équipes de l'IRD et de ses partenaires ont construit avec leurs homologues péruviens un réseau et des travaux dont l'originalité et la richesse sont fondamentalement liées à la pluridisciplinarité et l'interdisciplinarité.

Les disciplines et spécialités suivantes ont été mobilisées sur cette période de collaboration, depuis le vivant jusqu'au milieu et leurs évolutions ou changements : paléo-océanographie, océanographie physique, biogéochimie, modélisation, traitement des données satellites, acoustique sous-marine, traitement du signal, halieutique, écologie marine, trophodynamique (réseau trophique), écoéthologie, socioéconomie, spécialistes des pêches (industrielle et artisanale) et des grands prédateurs.

Les acteurs du système de recherche : scientifiques et bailleurs

Les laboratoires et institutions de recherche non universitaires



Centre Imarpe à Lima, Pérou.
© IRD/A. Bertrand

Au Pérou, les laboratoires et institutions non universitaires sont des organismes publics de recherche. En France, il s'agit principalement des instituts publics de recherche regroupés en « unités » de recherche, constituées par différents laboratoires ou équipes de structures et évoluant dans le temps (UR, US, UMR, LMI).

Imarpe : Institut de la mer du Pérou

L'institut regroupe des scientifiques, organise et pilote des campagnes scientifiques. Il dispose de données et cluster, de navires océanographiques et héberge des équipes affectées de l'IRD. Il est également partenaire de montage d'un master en sciences de la mer^{iv}, et de la costructuration de laboratoires mixtes.

IGP : Institut géophysique du Pérou

Il concentre des scientifiques et met à disposition des données géophysiques et océanographiques.

IRD : Institut français de recherche pour le développement

Il dispose d'unités⁷ de recherche puis d'unités mixtes de recherche françaises dont l'IRD est cotutelle avec d'autres établissements français (scientifiques, moyens financiers d'expatriation, de fonctionnement et d'actions spécifiques sur projets, bourses).

7. Active, Idyle, EME, Legos, Lemar, Locean, Imago . . .

- Ex-UR 61 Active (Écoéthologie des poissons pélagiques marins)
- Ex-UR 97 Idyle puis ECO-UP (Écosystèmes d'upwelling)
- Ex-UR 55 Paléotropique (Paléoenvironnements tropicaux et variabilité climatique)
- Ex-UMR EME (Écosystèmes marins exploités)
- Ex-US 04 Acapella (Hydroacoustique appliquée à l'halieutique, à l'écologie et à l'éthologie aquatiques)
- UMR Marbec (Marine Biodiversity, Exploitation and Conservation)
- UMR Legos (Laboratoire d'études en géophysique et océanographie spatiales)
- UMR Locean (Laboratoire d'océanographie et du climat : expérimentations et approches numériques)

Il coordonne des missions et des moyens humains (figure 1) et les matériels des unités. Pour plus de détails, voir la synthèse réalisée par la représentation de l'IRD au Pérou sur la période 2003-2012ⁱⁱ *L'IRD au Pérou en 2017*ⁱⁱ.

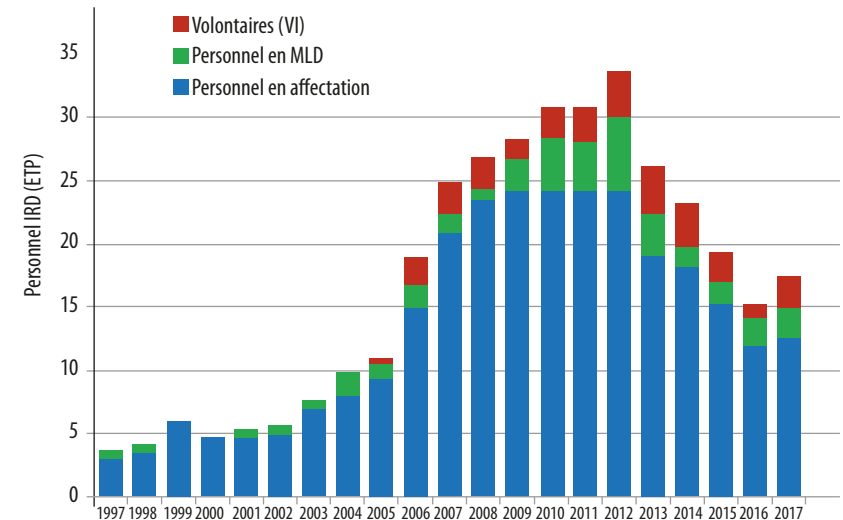


Figure 1
Évolution sur vingt ans de la présence de personnels de l'IRD au Pérou, toutes recherches confondues (contrat de volontariat français à l'international, missions de longues durées – MLD – de deux à six mois, résidence et affectation au Pérou). Extrait du document *L'IRD au Pérou en 2017* réalisé par la représentation de l'institut à Lima.

Il propose des actions incitatives successives de type Action transdépartementale incitative (ATI) (Humboldt 2003-2006^{vii}, 2008-2009).

Il costructure avec l'Imarpe des laboratoires mixtes montés et signés pour quatre ans, reconduits pour cinq ans, et construit des équipes mixtes comme dans le cadre des Jeune équipes associées à l'IRD (JEA). Cette structuration internationale de recherche incitée par les actions IRD formalise et cadre la coopération entre l'Imarpe, les universités et l'IRD : laboratoires mixtes internationaux LMI (Discoh^{viii} et Paleotraces^{ix}) ; financements de JEA successives (Paleo 2007-2009, Emacep 2014-2017) ; bourses de type Best, Arts⁸ ; prise en charge de volontaires internationaux français sur des missions et hébergés avec les équipes à l'Imarpe ;

8. Programmes IRD de renforcement de capacités Best (bourse d'échange, transformée ensuite en Arts pour Allocations de recherche pour une thèse au Sud/JEA pour Jeunes équipes associées à l'IRD).

aide à l'organisation de ou à la participation à des conférences internationales ; financement d'un projet Spirale pour l'achat et la mise en œuvre d'un cluster (2007-2011).

Les universités

Les universités ayant joué un rôle majeur sont péruviennes et françaises. Cependant des universités d'autres pays, notamment du Chili, ont également été impliquées.

Les universités péruviennes sont un vivier d'étudiants formés, d'enseignants ou d'enseignants-chercheurs mobilisés dans les cursus de formation existants ou en montage. Les principales sont l'UPCH (Universidad Peruana Cayetano Heredia), l'UNMSM (Universidad Nacional Mayor de San Marcos) et l'UNI (Universidad Nacional de Ingeniería).

Les universités françaises disposent de moyens de fonctionnement et de personnels chercheurs universitaires. Ils sont intervenus ponctuellement, sur place ou à distance, dans le cadre des laboratoires mixtes internationaux ou des unités mixtes créées à la suite des anciennes unités non mixtes de l'IRD pour des expertises, des formations continues à l'Imarpe ou à l'IGP, des enseignements, recherche, des encadrements d'étudiants et doctorants. Les principales universités concernées sont Pierre-et-Marie-Curie, Toulouse, Brest et Montpellier.

Les universités chiliennes sont présentes statutairement dans les premières formalisations d'équipes internationales de recherche (l'université de Concepción dans le LMI Discoh, l'université d'Antofagasta dans le LMI Paléotracés). L'université fédérale Fluminense de Niteroi (Brésil), élément structurant du LMI Paléotracés, est elle aussi partie prenante et constitue un partenaire scientifique important pour les recherches menées en paléo-océanographie.

Les institutions publiques du Pérou

Des institutions publiques péruviennes ont porté, impulsé, financé ou mis à disposition des moyens pour les acteurs de la recherche. Elles ont joué un rôle pivot autant dans l'appui à la recherche collaborative et internationale que dans l'expression des besoins péruviens et la coordination de la mise en œuvre continue des résultats.

Les ministères péruviens (Produce/Minam) administrent des budgets de fonctionnement, des salaires des scientifiques et techniciens péruviens, des

campagnes à la mer, des échantillonnages. Ils administrent également les sites de production des îles à guano à terre dans les aires marines protégées.

Le Concytec (Consejo Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación Tecnológica) finance la recherche péruvienne sur appels à projets spécifiques, les bourses d'étudiants, le montage et les enseignements de master avec les universités péruviennes. Sous tutelle de la Présidence du conseil des ministres (PCM), il oriente et coordonne le déploiement et les actions sur les budgets nationaux issus du fond Fondecyt⁹. Ce dernier est alimenté par plusieurs ministères, institutions et collaborations internationales, en plus des budgets courants du ministère de l'Économie. À la différence du système français, c'est le Concytec qui régit le dispositif péruvien national scientifique, technique et de l'innovation et qui, pour partie, définit les politiques et les programmes, de même que la gestion de l'information et le transfert de la recherche^{xvii}.

Les entreprises de la filière pêche industrielle

Au sein du secteur privé, les entreprises de la pêche industrielle regroupées en société nationale font partie intégrante du système de recherche.

Ainsi, la SNP (Sociedad Nacional de Pesquería) finance indirectement le système de recherche par la mise à disposition de ses moyens pour les campagnes Eureka (navires, personnels, carburant, données de pêche) et directement par la commande d'expertises scientifiques auprès de chercheurs de l'IRD, d'experts nationaux péruviens ou d'ONG. Elle est comme un syndicat national avec un rôle centralisateur et de structuration de la filière industrielle de la pêche au Pérou. Elle dispose de navires et organise l'embarquement d'observateurs.



Pêche à l'anchois et oiseaux marins.
© IRD/P. Fréon

9. Fondecyt : Fonds national pour le développement scientifique, technologique et d'innovation.

Les bailleurs de nations étrangères au Pérou

En sus des bailleurs péruviens et de l'IRD, une série de bailleurs français ou internationaux ont également financé la recherche collaborative ou mis à disposition des moyens spécifiques.

France

- Ambassade de France à Lima : financement de bourses d'étudiants essentiellement et d'actions locales prises en charge par le service de coopération ;
- Agence nationale de la recherche (ANR) : trois projets financés dans la période sur le sujet (PCCC 2005-2008, Peps 2009-2012, Topineme 2009-2013) ;
- flotte océanographique française (campagne Amop) ;
- divers bailleurs de fonds publics pour projets ou mise à disposition/prêts de matériels océanographiques (Lefe, Insu, etc.).

États-Unis

- National Science Foundation (NSF) : deux projets financés dans la période ;
- Inter-american Development Bank (IDB).

Nations unies

- Global Environment Facility (GEF) – un programme financé par *Large Marine Ecosystem* (LME) 2009-2016.

Royaume-Uni

- Ambassade du Royaume-Uni à Lima – financement de projet et d'expertise de type collégiale.

Les données

D'autres données géophysiques ou d'enquêtes spécifiques et scientifiques ont été la base de travaux scientifiques conjoints mais n'ont pas eu pour source l'Imarpe ; elles ne sont pas listées dans le présent rapport.

L'Imarpe dispose de l'une des plus grandes bases de données océanographiques au monde avec :

- campagnes à la mer multidisciplinaires réalisées par l'Imarpe depuis cinquante ans¹⁰ (plus de 130 campagnes depuis la création de l'institut) ;
- campagnes à la mer spécifiques coorganisées avec les entreprises de pêche industrielles regroupées dans la SNP : notamment les campagnes de type « Eureka », campagnes réalisées depuis 1964, dès que nécessaire, avec des navires

de pêche et pilotées par l'Imarpe qui consistent en des transects synchrones réalisés le long de la côte péruvienne par une dizaine de navires de pêche en vingt-quatre heures ;

- données de débarquements des pêches industrielles et artisanales, par observations systématiques dans les ports et autres lieux de débarquements péruviens ;
- données de suivi satellite (*Vessel Monitoring System*) des navires de pêche industrielle ;
- données scientifiques d'observations par sondes acoustiques, bouées flottantes, instruments fixes immergés, *gliders*¹⁰, GPS et caméras embarquées ou fixées sur la faune sauvage et prélèvements de campagnes océanographiques ou à terre pour les oiseaux ;
- données satellitaires haute résolution des éléments atmosphériques ou océaniques en temps réel ;
- données météorologiques *via* le Senamhi¹¹ ;
- données d'enquêtes ponctuelles spécifiques sur les consommations énergétiques, l'évolution des prix de marchés des pêches industrielles et artisanales, d'exploitation de guano sur les îles, etc.

10. *Glider* : engin sous-marin destiné à faire des mesures hydrologiques.

11. www.senamhi.gob.pe.

Produits de la recherche

Les produits de type méthodes et outils

À la demande des partenaires, un certain nombre de méthodes et d'outils *open access* ont été développés. La plupart de ces produits restent aujourd'hui fonctionnels à l'Imarpe et une partie a été développée hors Imarpe par les acteurs de la pêche industrielle ou par la recherche sur d'autres finalités que celles initialement prévues et sur d'autres zones géographiques (cf. « Premiers impacts » et « Impacts étendus »).

Les outils logiciels et informatiques pour le calcul et/ou la visualisation spatiale de données et bases de données (cartographie, imagerie satellite, acoustique, paramètres physicochimiques du milieu, bathymétrie) sont :

- logiciel *Themamap* permettant la valorisation des données de pêche artisanale (a notamment permis de réaliser l'*Atlas de la pêche artisanale péruvienne*^{xv} cité en production marquante) ;
- interface (Imarpe-Satellite Observatory Atlas) de stockage et d'utilisation des données satellites avec par exemple la détection automatique des fronts ;
- outil *Batiperu* qui a permis la création d'une base de données bathymétrique à haute résolution ;
- algorithme *Echopen* qui permet l'analyse de données acoustiques multi-fréquences. Cet algorithme a été appliqué au Pérou par les compagnies de pêche et dans d'autres écosystèmes (cf. « Premiers impacts » et « Impacts étendus ») et est à l'origine du logiciel *Matheco* développé par l'UMR Lemar et du logiciel *Echopesca* développé en coopération par l'IRD et l'Ifremer, avec l'appui de l'Imarpe et l'entreprise Tasa (Tecnológica de Alimentos S.A.) ;

– modules *Icea* et *Modicea* qui permettent d'organiser les données d'océanographie physique et chimique (de l'Imarpe et du *World Ocean Atlas*) et de visualiser les données.

Les modèles et méthodes d'analyse de données (géophysique, acoustique, position de navires) sont :

- modèle *Lodca* permettant d'estimer l'intensité des ondes de Kelvin ;
- configuration de modèles atmosphériques (WRF), de l'océan (ex. : *Roms*), biogéochimiques (ex. : *Pisces*) et *End-to-End (Osmose)* pour les études climatologiques, rétrospectives et la simulation de scénarios de changement climatique ;
- adaptation spécifique des modèles numériques *Roms* et *Ichthyop*, respectivement pour la modélisation de la dynamique des océans et le transport de l'ichthyoplancton ;
- interface de réseaux de neurones afin d'estimer la position des points de pêche des navires de la flotte industrielle à partir des données de suivi satellite ;
- méthodologies : EAF¹², Multifrequency acoustic methodology.

La production de nouvelles connaissances

Actes de la conférence internationale de Humboldt, 2006

Organisation de la conférence internationale « *The Humboldt Current System: Climate, ocean dynamics, ecosystem processes, and fisheries* » Lima, Pérou, 27 novembre-1^{er} décembre 2006.

Les partenaires principaux étaient : IRD, Imarpe, FAO, Cnes, Globec, Ices, MAE, Nasa et Pices. Trois cents participants provenant de 27 pays, 210 travaux scientifiques présentés.

Il s'agissait de la première conférence internationale de cette ampleur en sciences de la vie organisée au Pérou. Les résultats ont été publiés (27 articles scientifiques) dans un numéro spécial de la revue *Progress in Oceanography*^x. Il s'agissait de la première synthèse sur le sujet depuis vingt ans.

Rapports d'expertises

Plusieurs sollicitations pour expertises ont été faites auprès de l'Imarpe et des chercheurs de l'IRD pendant la période observée de la présente étude. Les plus marquantes, soit par le commanditaire et les décisions opérationnelles qu'elles

ont suscitées, soit par les sujets qui ont ouvert les champs de recherche initiaux des équipes à des problématiques plus sociétales que scientifiques, sont :

- expertise commandée par l'ambassade du Royaume-Uni^{xi} ;
- expertise commandée par la FAO^{xii} : étude spécifique ayant fait l'objet d'un chapitre dédié dans un rapport d'aide à la planification publique de la FAO relatif aux impacts des changements climatiques sur les pêcheries et l'aquaculture ;
- expertise commandée par les Nations unies¹³ aux universités (exemples en annexes^{xiii, xiv}) ;
- expertises menées avec des ONG et des entreprises sur les objectifs de normalisation ou de certification d'industries de la pêche : exemple du WWF Pérou avec des chercheurs de l'IRD^{xv} sur le Marine Stewardship Council (MSC) version 20.

Atlas de la pêche artisanale en mer au Pérou, 2017

Durant des décennies, les recherches ont porté sur des segments d'écosystèmes exploités principalement par la pêche industrielle. Les pêcheries artisanales sont bien moins étudiées alors qu'elles jouent un rôle social bien plus important. La pêche artisanale est souvent un rempart contre la pauvreté et au Pérou de nombreuses populations andines fuyant la pauvreté se sont mises à cette activité. Le nombre de pêcheurs et d'embarcations a très fortement augmenté et les captures artisanales dépassent maintenant largement le million de tonnes. Cet atlas^{xvi} est un état des lieux sur les pêcheries artisanales et les ressources exploitées ; y sont présentées les évolutions spatiotemporelles de cette activité sur la période 1997-2012 sur la base des données collectées par l'Imarpe sur l'ensemble du littoral.

Cet ouvrage fournit une base unique et nouvelle pour développer des travaux scientifiques sur des préoccupations nationales identifiées par les acteurs de la société civile comme par le ministère Produce et des ONG internationales.



Atlas de la pêche artisanale au Pérou, 2017, coédition Imarpe/IRD.

12. EAF : Ecosystem Approach to Fisheries – BERTRAND *et al.*, 2010, 2012.

13. Le Bureau des Nations unies pour les services d'appui aux projets (Unops) est un organe opérationnel des Nations unies.

Publications académiques marquantes

Au cours des vingt années d'observation de la présente étude, la production scientifique a été très riche. Dix publications importantes et représentatives ont été sélectionnées¹⁴ dont huit articles :

– BERTRAND A., GRADOS D., COLAS F., BERTRAND S., CAPET X., CHAIGNEAU A., VARGAS G., MOUSSEIGNE A., FABLET R., 2014 – Broad impacts of fine-scale dynamics on seascape structure from zooplankton to seabirds. *Nature Communications*, 5 : 5239. doi:10.1038/ncomms6239.

– BERTRAND S., JOO R., ARBULU-SMET C., TREMBLAY Y., BARBRAUD C., WEIMERSKIRCH H., 2012 – Local depletion by a fishery can affect seabird foraging. *Journal of Applied Ecology*, 49: 1168-1177.

– BROCHIER T., ECHEVIN V., TAM J., CHAIGNEAU A., GOUBANOVA K., BERTRAND A., 2013 – Small pelagic fish recruitment success in the Humboldt Current system under different climate scenarios. *Global Change Biology*, 19: 1841-1853.

– CHAIGNEAU A., GIZOLME A., GRADOS C., 2008 – Mesoscale eddies off Peru in altimeter records: identification algorithms and eddy spatio-temporal patterns. *Progress in Oceanography* 79 : 106-119.

– GOUBANOVA K., ECHEVIN V., DEWITTE B., CODRON F., TAKAHASHI K., TERRAY P., VRAC M., 2011 – Statistical downscaling of sea-surface wind over the Peru-Chile upwelling region: diagnosing the impact of climate change from the IPSL-CM4 model. *Climate Dynamics*, 36 : 1365-1378.

– FRÉON P., DURAND H., AVADÍ A., HUARANCA S., OROZCO MOREYRA R., 2017 – Life cycle assessment of three Peruvian fishmeal plants: Toward a cleaner production. *Journal of Cleaner Production*, 145 : 50-63.

– PENVEN P., ECHEVIN V., PASAPERA J., COLAS F., TAM J., 2005 – Average circulation, seasonal cycle, and mesoscale dynamics of the Peru Current System: A modeling approach. *Journal of Geophysical Research: Oceans*, 110 (C10).

– SALVATECI R., FIELD D., GUTIERREZ D., BAUMGARTNER T., FERREIRA V., ORTLIEB L., SIFEDDINE A., GRADOS D., BERTRAND A., 2018 – Multifarious anchovy and sardine regimes in the Humboldt Current System during the last 150 years. *Global Change Biology*, 24 : 1055–1068. Doi: 10.1111/gcb.13991.

14. Dans le cadre de l'exercice méthodologique de la présente étude d'impact, ces huit articles, en plus des deux ouvrages mentionnés aux chapitres précédents, ont été sélectionnés comme marquants et majeurs parmi plus de 100 références existantes sur la période.

Produits d'accompagnement et construction d'une communauté scientifique en sciences de la mer au Pérou

La construction d'une communauté

La formation, la création de cursus et l'élaboration des « produits » décrits dans ce document ont contribué à la consolidation d'une communauté de scientifiques péruviens en sciences de la mer reconnus nationalement et internationalement.

On a assisté à la création et la montée en puissance de filières de formation scientifique au Pérou sur les thématiques de la mer (deux masters¹⁵ dont une création^{vii}) avec les universités péruviennes UNMSM et UPCH. Les enseignements péruviens sont excellents sur toutes les disciplines, mais ils restaient concentrés sur des axes disciplinaires et non sur le milieu marin au sens plus large. La vision pluridisciplinaire est aujourd'hui intégrée dans ces masters.

De plus, 1 361 heures de cours ont été dispensées au Pérou dans le cadre du LMI Discoch de 2010 à 2017 (tableau 1), qui s'ajoutent aux 436 heures de cours dispensées par des chercheurs IRD entre 2002 et 2010^{vi}, soit un total d'investissement de 1 797 heures d'enseignements en sciences de la mer sur quinze ans (ce qui équivaut au temps cumulé d'enseignements d'un professeur d'université par an sur toute la période).

Tableau 1
Répartition des heures d'enseignements dispensées au Pérou dans le cadre du LMI Discoch (2010-2017)

Établissement péruvien partenaire	Nombre d'heures dispensées par les équipes du LMI Discoch 2010-2017	Total
UPCH (Cayetano Heredia)	671	1 361 heures*
UNMSM (San Marcos)	410	
Imarpe	263	
Autres établissements (universités PUCP, UNFV et IGP)	17	

*En France, le volume horaire attendu pour un maître de conférences en université est de 128 h/an en cours magistraux (ou 150 heures de travaux pratiques par an).

15. Création du master en « ciencias del mar », Universidad Peruana Cayetano Heredia UPCH. Contributions au master « ecosistemas y recursos acuáticos », Universidad Nacional Mayor de San Marcos UNMSM.

De 2010 à 2017, via le LMI Discoh, 100 ingénieurs ou chercheurs ont été encadrés pour leur master ou PhD : 82 % sont de nationalité péruvienne (figure 2). Des scientifiques de l’Imarpe ont pu bénéficier de formations continues : gestion de bases de données, approches interdisciplinaires du milieu marin, rédaction scientifique, traitement de données satellites, outils et logiciels de calculs ou modélisations, calibrages d’outils de mesures.

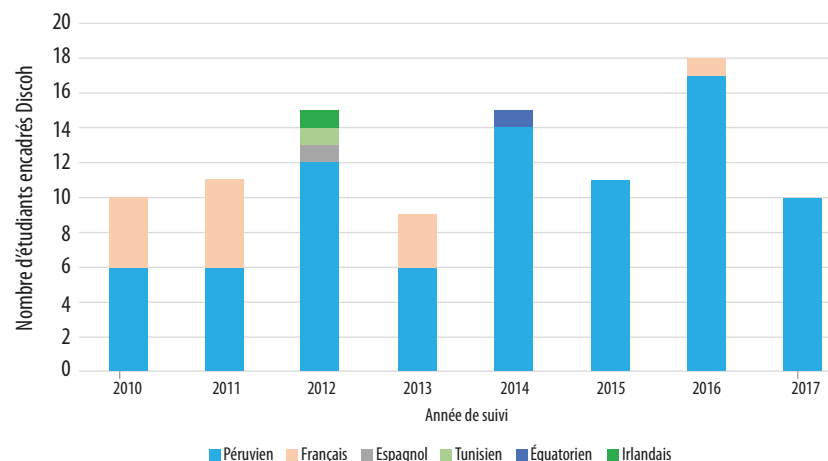


Figure 2
Diversité de nationalités des étudiants – tous niveaux confondus – dans le cadre du LMI Discoh (2010-2017).

L’accompagnement d’une communauté

La collaboration en sciences de la mer, essentiellement entre l’Imarpe et l’IRD, a conduit à une réelle structuration de la communauté de scientifiques au-delà des frontières. Jouant ainsi son rôle d’acteur pivot, noté par toutes les personnes interviewées dans la présente étude, les outils et les scientifiques de l’IRD ont ouvert les champs des possibles sur l’extérieur, et surtout, ont impulsé et appuyé le croisement des disciplines et spécialités.

Un réseau formel scientifique actif et une communauté scientifique nationale et internationale pluridisciplinaires se sont construits grâce aux outils partenariaux et financiers des LMI et JEAI.

La conférence internationale Humboldt de 2006 a constitué, en plus de produire un nouvel état de la science, un soutien actif : i) aux échanges Sud-Sud et Nord-Sud et à la constitution d’un véritable réseau régional pluridisciplinaire

de recherche sur le système du courant de Humboldt ; ii) à l’intégration des étudiants péruviens, chiliens, équatoriens et français à une dynamique internationale de recherche ; iii) à la participation de représentants d’équipes françaises et africaines (Maroc et Afrique du Sud notamment) travaillant sur d’autres systèmes d’*upwelling* ; et iv) au renforcement des approches et des échanges multidisciplinaires.

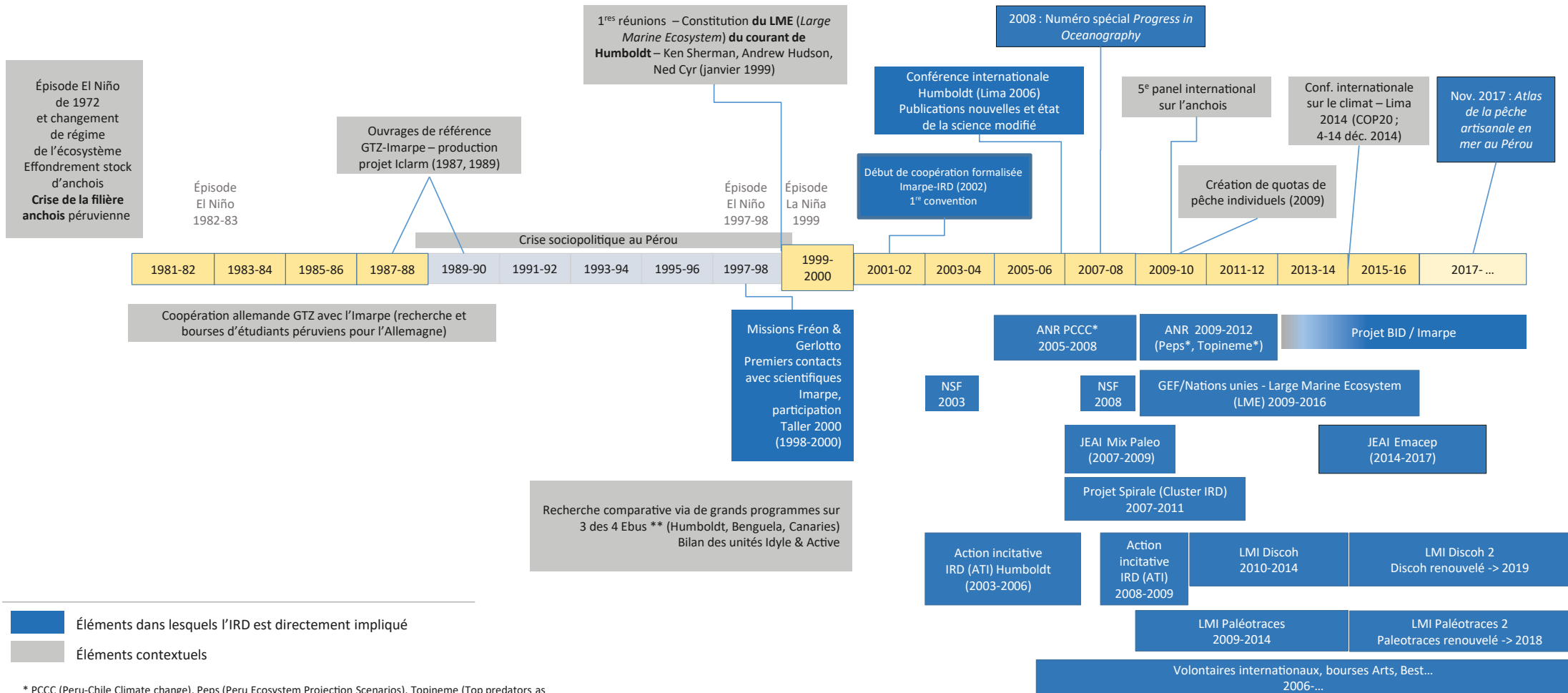
Des scientifiques de l’IRD et des universités françaises impliquées dans le système de recherche ont fortement contribué par la participation à des comités scientifiques au côté de l’Imarpe¹⁶, par le cofinancement français (IRD directement ou via des actions de structures conjointes telles que des LMI), par les appuis à la participation d’étudiants à des conférences ou rencontres internationales, ou à leur recrutement chez des partenaires, des ONG.

La présence continue et l’implication des équipes de chercheurs de l’IRD en résidence au Pérou et inscrits dans des recherches et collaborations avec les partenaires ont été de véritables atouts pour le développement de cette communauté, des interactions et de la gestion des projets (figure 1), en particulier sur le sujet du courant de Humboldt.

16. Ex. : Congreso de Ciencias del Mar del Perú (Concimmar) où l’IRD fait partie du comité scientifique depuis sa création en 2007.

Chronologie

Courant de Humboldt : des dynamiques océaniques à la gestion des pêches au Pérou



* PCCC (Peru-Chile Climate change), Peps (Peru Ecosystem Projection Scenarios), Topineme (Top predators as indicators of exploited marine ecosystem dynamics).

** Ebus : Eastern Boundary Upwelling Systems (Humboldt, Benguela, Canaries, Californie).

Circulation des connaissances et intermédiaires

Ministère de la Production (Produce)

Le ministère de la Production, Produce, en lien avec l'Imarpe, joue un rôle politique et économique central. C'est un acteur incontournable dans l'appropriation des résultats de ces années de collaboration, et il constitue le principal décideur face aux enjeux. Ses « actions pivots » sont :

- la mise en œuvre des recommandations scientifiques de l'Imarpe, décisionnaire sur les quotas de pêche^{xviii}, la réponse aux questions posées par la société civile, les partenaires ministériels, les professionnels du secteur de la production, la communauté internationale ;
- la définition du cadre législatif ou d'autorisations réglementaires^{xxii} ;
- la commande formelle à l'Imarpe de campagnes en mer pour la surveillance du milieu et de la ressource en vue d'appuyer, au-delà de la recherche, les décisions publiques d'ajustements des quotas de pêche pour chaque ressource ;
- l'allocation de financement de la recherche péruvienne – fonds gérés ensuite par le Concytec ;
- la définition de plans d'action et de gestion des risques liés à la variabilité et aux changements climatiques (phénomènes El Niño) – sur la base de résultats d'expertises commanditées à l'Imarpe ou à des experts internationaux ;
- la veille du débat public ou de la société civile (ex. : accueil et participation aux réunions d'acteurs en son sein).

Ministère de l'Environnement et des Aires protégées (Minam)



Suivi des oiseaux sur les îles d'exploitation de guano au Pérou.
© IRD/S. Bertrand

Le ministère de l'Environnement et des Aires protégées n'a été créé qu'en 2008. Il a néanmoins joué un rôle pendant la seconde moitié de la période étudiée, par :

- la définition du cadre législatif, la réglementation et les contrôles : définition des contours d'aires marines protégées, législation des activités humaines en zones sensibles et protégées^{xxvii}, organisation et pilotage d'opérations de sensibilisation des populations ou acteurs du territoire avec diffusion de résultats de la recherche^{xix},

déploiement de réglementations responsables et durables cohérentes avec les normes et réglementations internationales ;

- le pilotage national de la réalisation d'un état des lieux et des actions gouvernementales au Pérou face aux changements climatiques et de la stratégie nationale d'actions ou d'adaptation^{xxiii, xxv} sur la base des résultats scientifiques et d'expertises ;

- la définition de plans d'action et de gestion des risques liés à la variabilité et aux changements climatiques (phénomènes El Niño)^{xxv, xxvii}.

Institut de la mer du Pérou (Imarpe)

L'Imarpe est l'acteur majeur des sciences de la mer au Pérou. Il a directement contribué à des produits de la recherche (cités précédemment) mais a également été un acteur intermédiaire en mobilisant les résultats et produits de la recherche aboutissant à des impacts avérés au-delà de la science. L'institution a notamment été marquante pour avoir transmis des bases scientifiques et des préconisations au ministère Produce, et avoir répondu aux sollicitations des sénateurs et de la société civile. Il a également incité à la publication internationale des recherches de ses scientifiques. Ces derniers ont contribué à des enseignements universitaires à Lima et donc à la poursuite d'un renforcement de capacités de recherche national ainsi qu'au développement des thématiques marines dans les universités.

Syndicat national des pêches (SNP), entreprises privées de la filière pêche industrielle

Les industriels sont soumis aux règles de quotas individuels de pêche depuis 2009, après avoir été soumis à des quotas globaux. Ces entreprises sont actrices du système de recherche par les données et contributions qu'elles apportent à l'observation du milieu et des stocks de ressources, mais elles sont également bénéficiaires des résultats de recherche^{xx}. D'une part, elles sont soumises à des quotas de pêche révisés régulièrement en fonction des informations scientifiques obtenues en temps réel sur l'état des stocks et des conditions environnementales et, d'autre part, elles contribuent à la circulation de connaissances acquises par la collaboration scientifique. En effet, les entreprises demandent régulièrement des expertises complémentaires pour leur propre développement économique vers de nouveaux marchés internationaux et les normalisations ou standards nouveaux de production et de pêche responsable. Des outils et résultats – produits par la recherche – ont été mis en œuvre et parfois même finalisés par les industriels sur les bateaux de pêche (échosondeurs, acoustique) ou pour l'optimisation et la gestion d'entreprises (suivi satellitaire et organisation des campagnes de pêche, gestion raisonnée de la flotte ou des processus de transformation des produits de la pêche).



Senneur en face du très actif port de pêche Chimbote au Pérou et fumées des usines de fabrication de farine de poissons.
© IRD/A. Bertrand

Un comité scientifique a été créé au sein de la SNP (officiel dès 2008, ce comité est officialisé en 2013). Il regroupe des référents des entreprises de pêche industrielle et permet un partage régulier de retours d'expériences et d'innovations scientifiques du secteur industriel. Ce comité peut être consulté par les entreprises de la filière ou initier des actions d'expertises, organiser des conférences et des ateliers. Il est l'organe représentatif et scientifique de la SNP. Il est également représentatif de la place prise par les sciences de la mer dans la filière, et de l'implication des industriels dans la collecte et l'analyse de données nationales liées aux ressources naturelles.

Estudio Nacional del Fenómeno El Niño (Enfen)

L'Estudio Nacional del Fenómeno El Niño ou Enfen¹⁷ est un groupement institutionnalisé où chaque structure de recherche appliquée, acteurs scientifiques et décideurs publics se rencontrent et échangent régulièrement. Les scientifiques de l'IGP, le Senamhi, l'Imarpe, les représentants des ministères de la Production ou de l'Environnement, la Marine nationale, etc. se retrouvent et échangent sur leurs avancées et complémentarités respectives. C'est par l'Enfen que transite l'ensemble des connaissances et des résultats de recherche pour l'élaboration de la décision politique ou des actions publiques adaptées (face aux événements climatiques ou océanographiques majeurs).

Au niveau régional, le programme Erfen (Estudio Regional del Fenómeno El Niño) a le même rôle mais avec une vision et un partage d'informations, d'avancées, de projets sur l'ensemble de la zone Argentine-Pérou-Chili-Bolivie. Les orientations récentes de ces deux groupements tendent à davantage de recherches opérationnelles. Sur les sujets relatifs à « l'océan », l'Imarpe a très nettement bénéficié des appuis, des résultats et d'un renforcement de capacité scientifiques ces dernières années pour être maintenant considéré par ses pairs comme le plus avancé ou apte à être rapidement opérationnel. Le réseau formel d'Erfen¹⁸ permet aujourd'hui aux scientifiques et structures opérationnelles de la zone d'échanger régulièrement leurs résultats et leurs méthodes ; tout comme les échanges dans le cadre de l'Union du Pacifique Sud¹⁹.

Institut de recherche pour le développement (IRD)

L'IRD étant partenaire de l'Imarpe et présent au Pérou, ses équipes scientifiques ou d'appui ont nécessairement permis, elles aussi, la circulation des connaissances au-delà du cercle scientifique.

17. Enfen : commission multisectorielle chargée de l'étude nationale du phénomène El Niño, dénommée ainsi depuis mai 2017 et son fonctionnement comme comité. Elle est composée par : Instituto del Mar del Perú Imarpe (préside la commission), Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología (Senamhi), Dirección de Hidrografía y Navegación (DHN), Instituto Geofísico del Perú (IGP), Autoridad Nacional del Agua (ANA), Instituto Nacional de Defensa Civil (Indeci) Centro Nacional de Estimación, Prevención y de Reducción del Riesgo de Desastres (Cenepred).

18. <http://cpps-int.org/index.php/protocolo-erfen>.

19. Comisión Permanente del Pacífico Sur (CPPS).

Parmi les actions identifiées pour l'IRD dans ce rôle d'intermédiaire dans un circuit menant à des impacts sociétaux, ont été soulignées les suivantes : i) production audiovisuelle grand public^{xxi} ; ii) interventions dans les médias francophones et reportages internationaux^{xxi} ; iii) portage institutionnel et pérenne avec le Concytec et l'Imarpe de cursus de type Maestria.

Les chercheurs ont surtout suivi et accompagné de nombreux étudiants et ont été consultés pour des recommandations à l'embauche dans le secteur privé ou au sein d'ONG.

Ils ont également réalisé et piloté – encore à ce jour – des expertises scientifiques ponctuelles commandées par les entreprises péruviennes du secteur de la pêche industrielle, des expertises nationales ou internationales ponctuelles pour l'Imarpe ou les ambassades de France ou du Royaume-Uni. Ces expertises sont mentionnées dans les actions intermédiaires car elles ont été commanditées à titre opérationnel et non de recherche stricto sensu d'une part, et d'autre part car elles ont ouvert le champ d'investigations et d'observations scientifiques initialement non prévues par la recherche collaborative de l'IRD ou de l'Imarpe.

Dans ce cadre, la communauté scientifique de l'IRD continue de mobiliser le bassin de connaissances et l'enrichit en continu au-delà de la production scientifique stricte, en réalisant l'accompagnement et la création d'une communauté scientifique sur les thématiques de la mer ainsi que la diffusion de la connaissance scientifique vers la société avec une sensibilisation du grand public (cf. liste détaillée^{xxi} en annexe des documents cités) par le biais de documentaires et émissions de radio et surtout de films/vidéos grand public, fiches d'actualité scientifique, actions jeune public (Club Jeunes), conférences en Alliance française ou autres.

Organisations non gouvernementales (ONG)

Les ONG péruviennes ou internationales (certaines sont des fondations) sont actives sur les problématiques environnementales (faune sauvage et mammifères marins, aires protégées, surpêche ou techniques de pêche, pollutions), et de plus en plus impliquées sur les sujets de société (conflits d'usages, filière de la pêche artisanale, santé publique, pauvreté).

Dans ces cadres, elles représentent fréquemment la société civile péruvienne et sollicitent la communauté scientifique ou institutionnelle pour comprendre

ou éclaircir les argumentaires ayant abouti à des décisions publiques. Elles complètent également, par des études conjointes avec leurs partenaires privés, des volets non ou mal couverts par les organismes de recherche péruviens. D'autre part, sur les volets environnementaux de portée internationale, ces ONG financent ou fournissent l'expertise scientifique aux acteurs économiques péruviens, afin de tendre vers des comportements, pratiques ou organisations plus responsables – en réponse à des normalisations ou chartes éthiques internationales. Cet aspect a de plus comme effet de répondre aux besoins du secteur de la pêche industrielle d'accéder à de nouveaux marchés et débouchés commerciaux internationaux et sert ainsi de moteur à des transformations et changements de pratiques.

Ces dernières années, cette communauté d'ONG et les institutions publiques dialoguent plus fréquemment au travers du « Forum pour la pêche et l'aquaculture » (*Foro por la Pesca y la Acuicultura*). Sous l'impulsion de certaines, comme le WWF Pérou au sein des locaux du ministère Produce, des réunions régulières d'acteurs sur les thématiques de la mer sont organisées (conservation, gestion des pêches industrielle ou artisanale, propositions de révision ou rédaction de textes réglementaires sur la pêche et gestion du milieu). Les actions entamées ces cinq dernières années sur la pêche artisanale et les communautés de pêcheurs ont principalement été menées par les ONG. L'atlas de 2017 cité en référence comme produit majeur de ces vingt ans de collaboration de l'IRD avec l'Imarpe a été très attendu et bien accueilli par cette communauté car il est une ressource considérée comme précieuse pour l'analyse, les travaux à venir et l'aide à l'action et donc un début de chemin d'impact potentiel identifié pour l'avenir (cf. « Impacts potentiels »).

Premiers impacts

Impact en renforcement de capacités et approche des recherches

Développement d'une communauté scientifique

Le développement des capacités de recherche au Pérou, de son rayonnement et sa reconnaissance à l'international en sciences de la mer se fait par : i) l'accompagnement par des scientifiques IRD d'étudiants jusqu'en master ou doctorat ; ii) le montage de cursus de formation au Pérou avec l'Imarpe et le Concytec ; iii) les enseignements ou travaux conjoints avec les scientifiques péruviens. En résulte aujourd'hui, au-delà des comptages stricts²⁰, une communauté scientifique formée, plus large et plus ouverte sur l'interdisciplinarité et une vision « système » du milieu marin. Cette communauté continue de s'accroître et de se professionnaliser, y compris à l'international.

Appétence et confiance accrues pour les données marines disponibles

L'ensemble des acteurs producteurs et utilisateurs montre un vif intérêt pour les données scientifiques sur la mer disponibles au Pérou, avec une volonté accrue de partage ou disponibilité d'accès aux données et analyses scientifiques, y compris par les pouvoirs publics comme socle à la décision publique.

²⁰. Cf. chapitre « Produits d'accompagnement et construction d'une communauté scientifique en sciences de la mer au Pérou ».

Augmentation significative des diplômés

Le nombre de diplômés sur les thématiques marines (écologie, océanographie) de niveaux master et doctorat a augmenté. La plupart – étudiants ou personnels de l’Imarpe – a été encadrée ou formée au Pérou. Des doctorants sont eux-mêmes devenus directeurs de thèse et la formule de « petits-enfants de thèse » est apparue dans la communauté IRD des chercheurs impliqués dans la collaboration IRD-Imarpe dès le début des années 2000. Une importante proportion d’étudiants recrutés dans la recherche, les institutions, les ONG ou les entreprises au Pérou a bénéficié de la coopération. Dans un contexte national où les « étudiants étudient » sans aller jusqu’à l’obtention du diplôme (moins de 10 % au niveau master), la coopération avec l’IRD a eu ceci de notable : toutes celles et ceux encadrés ont obtenu leurs diplômes.

Approche intellectuelle et de recherche modifiée

Le schéma de pensée pour envisager et travailler sur le milieu marin et ses changements ou ses ressources est aujourd’hui – côté Imarpe – devenu écosystémique. D’une approche compartimentée par discipline ou objet de recherche, la communauté péruvienne travaille désormais davantage sur une approche transversale, et donc pluridisciplinaire.

Capacités et moyens techniques de recherche acquis par l’Imarpe

Les nouveaux équipements acquis par l’Imarpe – avec ou sans autres bailleurs que l’IRD ou fonds français – (gliders, clusters, sonars et autres outils d’observation^{xxii}) modernisent les moyens d’océanographie opérationnelle au Pérou pour l’observation des ressources et des milieux, rendant ainsi les données de suivi plus riches, plus complètes ou plus fiables. L’Imarpe^{xxv} devient par conséquent de plus en plus performant en moyens techniques et de plus en plus autonome pour l’acquisition de données de grande qualité.

Impact environnemental

Adaptations face aux changements climatiques

Les éléments de contexte de la présente étude rappellent le lien fort entre le climat (et donc le changement climatique et les événements extrêmes) et les ressources halieutiques, donc sur tout le secteur socioéconomique qui en

dépend. Le Pérou a d’ailleurs accueilli la COP 20 à Lima en 2014 et s’est engagé internationalement à contribuer à lutter et s’adapter face aux changements climatiques. Le ministère de l’Environnement porte ainsi la parole de l’État péruvien et s’appuie sur des résultats de collaborations scientifiques et sur des produits de la recherche menée au Pérou (faune et flore sauvages, ressources halieutiques, évolution des milieux marins, consommation d’énergies fossiles, gestion des pêches et pêcheries en particulier artisanales, etc.) pour établir les états des lieux et mettre en œuvre ces engagements^{xxvi, xxvii, xxviii}.



Oiseaux marins s’alimentant près d’une « oasis » océanique au Pérou.
© IRD/Y. Tremblay

Système d’alertes et d’actions publiques adaptées en cas de crise climatique ou économique

La commission et le réseau des acteurs d’Enfen ont un rôle central dans la rencontre entre scientifiques et décideurs publics avec pour objectif l’adaptation ou la réaction des autorités publiques face aux risques climatiques, en particulier ceux liés aux événements El Niño. Prévention des risques, plan d’actions en cas de risques avérés pour les populations et équipements, risques de tsunami associés, etc. sont autant de préoccupations pour les administrations péruviennes. Le système d’alerte aux événements majeurs de type El Niño, tsunami, etc. est aujourd’hui international. Il est basé sur des données d’observation des océans et de paramètres météorologiques sectorisés. Pour les côtes péruviennes, la maille d’observation internationale est centrée sur l’océan Pacifique. Au Pérou, la « communauté Humboldt », par ses contributions et échanges dans Enfen/Erfe, apporte ses connaissances et précisions méthodologiques permettant d’affiner ce système d’alertes et par voie de conséquence, d’adapter les plans d’actions et mesures à mettre en œuvre plus proches des réalités géographiques et écosystémiques pour le Pérou^{xxiii}.

Gestion optimisée de la ressource naturelle et des produits de la mer

La gestion de la ressource naturelle et des produits de la mer est rendue optimale par une meilleure observation des pressions sur les milieux naturels^{xxiv} et ce, grâce à la mise en place du suivi écosystémique en temps réel des pêches et de la connaissance desdits milieux et dynamiques spatiales^{xxv}.

Adaptation des techniques de pêche ou de transformation des produits de la pêche, avec objectifs économiques et responsables

Cette adaptation avec des objectifs économiques et responsables se fait via l'adaptation aux normes internationales et la volonté de certifications de la filière et des produits de la pêche industrielle : préservation des grands prédateurs marins, qualité des eaux de traitement, consommation en énergies fossiles, qualité des produits et de leur conservation ou transformation.

Impact économique

Quotas imposés plus précis et scientifiquement plus étayés sur la filière de la pêche industrielle

Ces quotas sont par conséquent aujourd'hui mieux acceptés par l'ensemble des acteurs institutionnels, économiques et de la société civile. Les entreprises industrielles sont impliquées dans l'observation de la ressource avec l'Imarpe et ses partenaires. Le « capital confiance » dans la décision publique et dans les règles de quotas imposés s'est ainsi renforcé. Plus explicites, appliquées individuellement depuis 2009 et ajustées plus fréquemment, les règles actuelles des quotas ne sont plus l'objet de tensions fortes entre le Produce et la SNP/industries de la pêche (géographie étendue, davantage d'espèces observées). En revanche, le sujet d'éventuels quotas ou règles de gestion sur la filière de la pêche artisanale reste très sensible sur le plan national.

Équipements acoustiques et techniques

Ces nouveaux équipements sont embarqués sur les bateaux de pêche industrielle pour une meilleure gestion des campagnes de pêche et la maîtrise de la consommation de carburants.

Accès des industriels à de nouveaux marchés internationaux

Cet accès se fait par la mise aux normes et les processus de certifications. Le développement des ventes à l'international et l'accès à de nouveaux débouchés économiques basés sur des modes de consommation ou de qualités de produits sont aujourd'hui fondamentaux et impliquent le respect de normes ou certifications reconnues internationalement (pêche responsable, respect de l'environnement naturel, filières « bio », qualités nutritionnelles, etc.).

La pêche artisanale comme enjeu économique et socioéconomique majeur

Les pouvoirs publics et la société civile considèrent la pêche artisanale comme un enjeu économique et socioéconomique majeur : gestion de risques de surpêche et d'épuisement de certaines ressources, de transformation de comportements ou techniques pour toute une communauté d'acteurs, d'économie informelle ou partiellement réglementée. Ces dernières années, le vice-ministère des Pêches a considéré la pêche artisanale comme un thème prioritaire. C'est aussi une priorité affichée dans le plan d'adaptation du Pérou^{xxvi, xxvii} dans le cadre de l'accord de Paris.

Recrutements de scientifiques formés par les entreprises et ONG

Les entreprises de pêche industrielle ont recruté des scientifiques formés dans le cadre de la coopération IRD/Imarpe. Certaines recrues ont elles-mêmes été employées par l'Imarpe pendant plusieurs années avant d'intégrer le secteur privé.

Impact politique

Appui à la décision politique

Cet appui se fait par une argumentation scientifique^{xxviii} disponible et sollicitée fréquemment. Les plus notables étant :

- Produce, via les actions de service public de l'Imarpe, sur les aspects décisionnels et réglementaires de régulation, contrôle et gestion d'activités de pêches et de transformation des produits de la mer ;
- Minam sur les aspects environnementaux – cf. « Impact environnemental » cité précédemment – ou pour la gestion des aires marines protégées et actions conjointes avec Produce de sensibilisation à la pêche responsable ;
- Enfen sur les actions préventives ou d'adaptation aux changements ou crises climatiques^{xxviii} ;
- Chambre des députés qui sollicite ou questionne fréquemment les décisions publiques du Produce, notamment celles relatives aux quotas et périodes de pêche (Produce sollicite alors l'Imarpe pour des compléments, expertises ou vérifications).

Prise en compte de la filière de la pêche artisanale comme enjeu politique et économique pour la gestion et la réglementation à concevoir



Flottille de pêche artisanale dans un port du sud de la baie de Pisco au Pérou.
© IRD/L. Ortlieb

Plusieurs ONG et chercheurs ont souligné ces dernières années le rôle majeur des populations de pêcheurs de la filière artisanale et plusieurs acteurs ont cherché ces dix dernières années à lancer des projets de cartographie d'état des lieux et d'identification des acteurs de la filière – hors pêche industrielle. L'*Atlas de la pêche artisanale au Pérou*, sorti en 2017, est un des supports à l'identification et l'observation concrète des volumes, périodes et géographie de cette activité, et aux potentiels impacts sur la ressource vivante et l'économie de filière.

Les ONG péruviennes ont entamé des actions auprès de groupements de pêche artisanale parallèlement aux recherches et expertises menées à la demande de bailleurs internationaux en particulier (FAO, Royaume-Uni par exemple). Les actions menées sont axées sur des volets spécifiques de conservation des espèces, de gestion de micro ou moyennes entreprises, de reconversion métier de certaines populations, de la vente directe de produits frais et de la mise en valeur nutritionnelle des produits de la pêche.

Du côté de l'État, et même si le sujet reste extrêmement sensible compte tenu des enjeux politiques, économiques et sociétaux, Hector Soldi, ancien vice-ministre des Pêches aujourd'hui expert FAO, et le ministre de Produce en fonction au printemps 2018 lors de ses premiers communiqués publics (avril 2018^{xxix}) ont tous deux exprimé le véritable enjeu de cette filière artisanale. Les réunions d'acteurs, sous l'impulsion du WWF Pérou dans les locaux du Produce, sont la preuve de ce dialogue public aujourd'hui en marche : les thèmes abordés, au-delà des aspects de conservation des espèces ou des milieux, sont par exemple les changements de réglementation des pêches ou des modalités de détermination de quotas, modalités de contrôle, etc.

Plan d'actions de gestion de crise sur événements climatiques majeurs

En termes d'impacts sur les politiques publiques, plusieurs éléments concernent la « politique environnementale » péruvienne. En effet, les enjeux environnementaux sont importants au Pérou et sur toute la région du Pacifique Sud-Est en termes de gestion, planification et mise en œuvre ou prévention de risques ou crises (entre autres, face à des épisodes de type El Niño et leurs conséquences).

Les produits de la recherche et la circulation des connaissances avec les différents acteurs ont été cités. Ils ont nourri l'élaboration des stratégies et de plans de prévention ou d'actions. Ces liens et chemins vers des impacts avérés sont en revanche plus difficiles à tracer de manière formelle (cf. « Impact environnemental »).

Impacts étendus

Les impacts étendus identifiés correspondent à une extension du périmètre initial des produits méthodologiques ou techniques avec l'extension des usages des bases de données, modèles ou techniques à d'autres systèmes d'*upwelling*/OMZ^{xxx}. La méthode permettant d'estimer la profondeur de la zone de minimum d'oxygène en utilisant des données acoustiques a été appliquée à d'autres systèmes notamment au lac Kivu en Afrique centrale. D'autres impacts étendus ont été identifiés, qui correspondent à l'extension des usages des modèles et techniques d'observation du milieu à d'autres ressources halieutiques. Par exemple, la méthode permettant de discriminer le plancton des poissons par utilisation de données acoustiques bi-fréquence a été appliquée avec succès dans le golfe de Gascogne (trois publications) et dans d'autres systèmes^{xxxi}.

Impacts potentiels

Impact potentiel environnemental

Les impacts potentiels concernant les problématiques environnementales sont : i) l'adaptation d'une gestion des espaces naturels (aire marine protégée), avec la prise en compte de la double prédation de la ressource de poissons dans le zonage ou périodes spécifiques de l'année, avec la prise en considération d'une activité économique existante ou non (exploitation de guano, tourisme en mer autour des îles ou sur les îles en présence de faune sauvage) ; ii) l'extension ou la modification des périmètres d'aires marines protégées ; iii) la conservation des espèces de grands prédateurs marins (oiseaux, mammifères marins) ; iv) et enfin les planifications et définitions concrètes des risques climatiques et de gestion de crises face à des événements climatiques majeurs (en plus des risques sismiques déjà considérés).

Impact potentiel économique

Les impacts potentiels sur les problématiques économiques sont : i) les impacts post-études sur la gestion et la prise en considération de la pêche artisanale (son rôle mais aussi ses crises annoncées et donc l'impact sociétal sur ces acteurs) ; ii) les actions et la mise en œuvre d'un plan national de gestion/surveillance de la pêche artisanale ; iii) et l'économie de la filière artisanale réglementée ou de l'économie informelle.

Impact potentiel sur la société civile

Des impacts potentiels sur (ou pour) la société civile péruvienne – a posteriori de la période observée de la présente étude et à la date de rédaction du rapport – ont pu être identifiés. En effet, le public international a été sensibilisé *via* les différentes communications internationales et la diffusion des savoirs. Parallèlement, la société civile péruvienne ou internationale présente sur place sous forme d'ONG met en œuvre des projets nombreux sur des sujets tels que la pêche artisanale par exemple ou contribuent à de nouvelles recherches sur la base des résultats de recherche obtenus pendant la période observée de la présente étude.

Quelques acteurs péruviens interviewés contribuent aujourd'hui, par les sciences de la mer, à la sensibilisation de la société civile à la gestion durable de la ressource halieutique, ou aux changements de pratiques alimentaires liées aux produits de la pêche.

Chemin d'impact

Courant de Humboldt : des dynamiques océaniques à la gestion des pêches au Pérou

CONTEXTE : Événements El Niño / crise de l'anchois années 1970 / changements climatiques / gestion des pêches industrielles *versus* artisanales / risques économiques et environnementaux

SOCIÉTÉ NATIONALE DES PÊCHES (SNP)

(campagnes Eureka, retours de pêche, etc.)

Imarpe

(recherche, observations du milieu marin et pilotage de campagnes en mer, données)

Labo. mixtes int. (LMI)
(Discoh, Paleotracés)

IRD et tutelles

UR puis UMR
+
Financements IRD profilés (JEAJ, ATI, Spirale, Best, etc.)

Financements ANR (3), NSF (2)

Financements Ambassades

IGP Institut de géophysique du Pérou

CONCYTEC / UNIVERSITÉS PÉRUVIENNES (UPCH, UNMSM)

Contributions des acteurs

OUTILS ET MÉTHODES D'OBSERVATIONS DU SYSTÈME MARIN

Système d'océanographie opérationnelle, suivi des composants abiotiques et biotiques des écosystèmes marins, modèles statistiques

MODÈLES NUMÉRIQUES

(océanographiques, biogéochimiques, halieutiques, écosystémiques, bioénergétiques)

EXPERTISES

PUBLICATIONS SCIENTIFIQUES

FORMATION – ENSEIGNEMENTS

- 1 master sciences de la mer UPCH (création) et 1 en cours UNMSM
- Encadrement premiers cycles / masters / doctorats
- Enseignement académique à l'UPCH UNMSM, etc.
- Formations continues

Produits de la recherche

PRODUCE MINISTÈRE DE LA PRODUCTION

MINAM MINISTÈRE DE L'ENVIRONNEMENT

IMARPE

ENFEN

IRD

SOCIÉTÉ NATIONALE DES PÊCHES (SNP) & industriels

ONG

Circulation des connaissances et intermédiaires

IMPACT CAPACITÉS DE RECHERCHE

Développement des capacités de recherche au Pérou et changement de paradigme dans la recherche en sciences de la mer (vision écosystémique et pluridisciplinarité)

Augmentation significative de scientifiques diplômés de masters, de doctorats encadrés ou formés au Pérou sur les thématiques marines
Recrutements au Pérou d'étudiants formés aux sciences de la mer
Moyens techniques de recherche renforcés à l'Imarpe

IMPACT ENVIRONNEMENTAL

Identification et planification nationale d'adaptation aux changements climatiques (engagement international, activités polluantes, qualité des eaux de traitement, plans d'alertes El Niño)
Précision et adaptation des actions publiques sur la **conservation des espèces** (suivi écosystémique en temps réel des pêches, meilleure connaissance des milieux et dynamiques spatiales, préservation des grands prédateurs marins)

IMPACT ÉCONOMIQUE

Meilleure précision et adaptation de quotas de pêche industrielle
Équipements industriels (acoustique et techniques) de suivi embarqués sur les bateaux
Accès de la filière économique à de nouveaux marchés internationaux
Prise en compte de la filière « **pêche artisanale** » comme enjeu socioéconomique national
Recrutements de scientifiques formés aux sciences de la mer

IMPACT POLITIQUE

Argumentation scientifique disponible et sollicitée pour **appui à la décision politique**
Prise en compte du secteur et **filière de la pêche artisanale** comme enjeu politique et économique pour gestion et réglementation à concevoir
Plan d'actions et **gestion de crise sur événements climatiques** majeurs

Premiers impacts

Extension des méthodes et outils d'observation, des modèles ou des techniques à **d'autres systèmes marins d'upwelling** ou non et même à des écosystèmes lacustres (Afrique centrale...)

Approche multidisciplinaire intégrée utilisée comme **modèle** dans d'autres écosystèmes

Impacts étendus

Annexes

Entretiens réalisés

Entretiens réalisés par Arnaud Bertrand et/ou Sabine Tostain, en France ou au Pérou, au 2^e trimestre 2018.

Ulises Munaylla	Alarcón	conseiller scientifique SNP, Lima, Pérou
Anibal	Aliaga	conseiller scientifique Diamante, SNP, Lima, Pérou
Joahna	Alfaro	directrice Pro Delphinus, Lima, Pérou
Ana	Alegre	scientifique Imarpe, Lima, Pérou
Ricardo	Bernales Parodi	vice-président SNP, président Comité de recherche scientifique du SNP, directeur Diamante, Lima, Pérou
Mathias	Caillaux	président The Nature Conservancy, Lima, Pérou
Alexis	Chaigneau	chercheur IRD, Cotonou, Bénin
François	Colas	chercheur IRD et responsable LMI Discoh2, Lima, Pérou
Hervé	Demarcq	chercheur IRD, Sète, France
Vincent	Echevin	chercheur IRD, Paris, France
Pierre	Fréon	chercheur retraité IRD, Montpellier, France
Paola	Galoso Sanchez	direction scientifique Océano WWF Pérou, Lima, Pérou
François	Gerlotto	chercheur retraité IRD, France
Renato	Guevara	directeur scientifique Imarpe, Lima, Pérou

Dimitri	Gutierrez	directeur général Océanographie Imarpe, Lima, Pérou
Mariano	Gutierrez Torero	chercheur et consultant, directeur Institut Humboldt, Lima, Pérou
Jean-Loup	Guyot	Représentant IRD, Lima, Pérou
Federico A.	Iriarte Ahón	conseiller scientifique CEO, Albor Tecnológico, SNP, Lima, Pérou
Fabiola	Leon-Velarde	présidente Concytec, ex-rectrice UPCH, Lima, Pérou
Patricia	Majluf	vice-présidente Oceana, ex-ministre Produce, Lima, Pérou
Miguel	Niquen Carranza	directeur général ressources pélagiques Imarpe, Lima, Pérou
Salvador	Peraltilla Neyra	responsable Océanographie et pêche durable Tasa, SNP, Lima, Pérou
Rina	Ramirez	rectrice Université San-Marcos UNMSM, Lima, Pérou
Jhon	Robles	conseiller scientifique Exalmar, SNP, Lima, Pérou
Martín	Santivañez	conseiller scientifique Copeinca, SNP, Lima, Pérou
Hector	Soldi	ex-Produce vice-ministre des pêches jusque avril 2018, ex-Imarpe, expert Pnud, Lima, Pérou
Ken	Takahashi	président Senamhi, ex-IGP, Lima, Pérou
Yann	Tremblay	chercheur IRD, Sète, France

Documents cités

2002. Convenio de cooperación científica y técnica entre el Instituto de investigación por el Desarrollo (IRD Francia) y el Consejo nacional de ciencia, tecnología e innovación tecnológica (Concytec Perú). 1998 con el Orstom y después en Lima, el 15 de mayo en 2002 (réf. IRD/5275-00). Lima, el 25 de noviembre en 2015 (réf. IRD/301519-00). Adenda en 2016.

Accord-cadre de coopération scientifique et technique entre l'IRD et le Minam ayant pour objet de « générer une plateforme de collaboration interinstitutionnelle entre le Minam et l'IRD, orientée vers la mise en place de mécanismes de coordination, collaboration, complémentarité et concertation pour l'échange d'informations, ainsi que pour la réalisation d'actions communes de sensibilisation aux thématiques environnementales, promouvant des activités d'intérêt et bénéfice mutuel dans le cadre des objectifs de développement durable de la politique nationale de l'environnement du Pérou ». Lima, 23 février 2016.

BERTRAND A. (coord.), 2012 – *Actividades desarrolladas en el marco de la cooperación, resumen ejecutivo*. Imarpe-IRD, 82 p.

BERTRAND A., GERLOTTO F., FRÉON B., 2005 – *Bilan des activités des UR Active et Idyle dans le Humboldt et couplage avec le projet ATI*, 13 p.

BERTRAND A., GUEVARA R., SOLER P., CSIRKE J., CHAVEZ F. (éd.) 2008. Actes de colloques Lima 2016 – The Northern Humboldt Current System: ocean dynamics, ecosystem processes, and fisheries. Special issue of *Progress in Oceanography*, 79(2-4): 95-412.

BERTRAND A., FRÉON P., CHAIGNEAU A., ECHEVIN V., ESTRELLA C., DEMARCO H., GUTIÉRREZ D., SUEIRO J.-C., 2010 – *Climate change impact on ocean dynamics, ecosystem functioning and fisheries of Peru: projection scenarios and socioeconomic impacts*. Report for the British Embassy in Peru, Imarpe-IRD, 42 p.

BERTRAND A., VÖGLER R., DEFEQ O., 2018 – « Chapter 15: Climate change impacts, vulnerabilities and adaptations: South-West Atlantic and South East Pacific marine fisheries ». In BARANGE M., BAHRI T., BEVERIDGE M., COCHRANE K., FUNGE-SMITH S., POULAIN F. (eds): *Impacts of Climate Change on fisheries and aquaculture: Synthesis of current knowledge, adaptation and mitigation options*, FAO Fisheries Technical Paper 627: 325-346.

Convenio de cooperación científica técnica y de formación entre el Instituto del Mar del Perú (Imarpe) y el Instituto de investigación para el Desarrollo (IRD, France). 2005. Anexos « Programa general de investigación y de formación », Proyectos detalles. Lima, noviembre de 2015. Adendas en 2009, en 2013, en 2017. Réf. IRD/006481/00.

Convenio de cooperación internacional y de creación de un Laboratorio mixto internacional Paleotracas entre la Universidad Federal Fluminense (Brasil), la Universidad de Antofagasta (Chile). Niteroi, el 7 de septiembre 2009, Réf. IRD/300448/00. Anexos Proyecto científico, Personal. *Adendas y modificaciones* integrando la Universidad Peruana Cayetano Heredia (Perú) y la Universidad Pierre et Marie Curie (Francia) en 2011, 2015. París, 16 mars 2015. Réf. IRD/304955/00.

Convenio de creación de un Laboratorio mixto internacional entre el IRD (France) y el Imarpe (Perú). 2010. « Dinámicas del Sistema de la Corriente de Humboldt Discoh » y anexos Proyecto científico, Personal. Lima, 25 de noviembre de 2010. *Adendas* en 2015. Réf. IRD/301012/00.

DE LA PUENTE S., SUEIRO J. C., HUAYTALLA P., PAREDES C. E., CANSINO K., 2013 – Thematic Report: Module IV. – Socioeconomic aspects of the Humboldt Current Large Marine Ecosystem – *Extended Summary* – Consultancy developed for the TDA-SAP process of the GEF-UNDP project: Towards ecosystem based management of the Humboldt Current Large Marine Ecosystem. Lima, 21 p.

FRÉON P., 2016 – *Evaluación del Protocolo de Pesca de la Pesquería Peruana de Anchoveta respecto al estándar MSC versión 2.0*. IRD, WWF Perú, 176 p.

GUEVARA-CARRASCO R., BERTRAND A., DOMALAIN G., SOTO W., 2017 – *Atlas de la pesca artesanal del mar del Perú*. Lima, Imarpe-IRD, 183 p.

GUTIÉRREZ M., VASQUEZ C., PERALTILLA S., ALIAGA A., ZUZUNAGA A., MENDEZ E., YARLEQUÉ E., MUNAYLLA U., 2016 – « SNP. Notes on the Peruvian experience on acoustic data collection and quantitative analysis of fish and macro zooplankton habitat using industry vessels ». In SOUTH PACIFIC REGIONAL FISHERIES MANAGEMENT ORGANIZATION (SPRFMO) : 4th Scientific Committee, The Hague, SC-04-26, 22 p. <https://www.sprfmo.int/meetings/scientific-committee/4th-sc-2016/>

GUYOT J.-L., LALONDE L., 2013 – *IRD Perú, Balance de actividades 2003-2012*, 138 pp. GUYOT J.-L. 2017. IRD Pérou, l'IRD au Pérou en 2017, 12 pp.

HEILEMAN S., GUEVARA R., CHAVEZ F., BERTRAND A., SOLDI H., 2009 – « Humboldt Current LME ». In SHERMAN K., HEMPEL G. (eds): *The UNEP large marine ecosystem report: a perspective on changing conditions in LMEs of the world's regional seas*. UNEP Regional Seas Report and Studies, United Nation Environment Program, Nairobi: 749-762.

INSTITUTO DEL MAR DEL PERÚ, 2014 – *50 años de mar y ciencia (1964-2014)*. Imarpe : 51,133-134,140-212.

MINISTERIO DE LA PRODUCCIÓN (Produce), 2015 – *Diagnóstico de Vulnerabilidad Actual del sector pesquero y acuícola frente al cambio climático*. Documento síntesis del Diagnóstico de Vulnerabilidad actual y líneas de acción preliminar a la estrategia de adaptación, 80 p.

PAULY D., TSUKAYAMA I., 1987 – *The Peruvian Anchoveta and Its Upwelling Ecosystem: Three Decades of Change*. Imarpe-GTZ-Iclarm, 360 p.

PAULY D., PUCK P., MENDO J., TSUKAYAMA I., 1989 – *The Peruvian Upwelling Ecosystem: Dynamics and Interactions*. Imarpe-GTZ-Iclarm, 449 p.

SOLER P. (coord.), 2003 – *Système du courant de Humboldt. Forçages physiques, fonctionnement et ressources de l'écosystème marin du Pacifique Sud-Est : une approche intégrée*. Document de proposition d'Action thématique interdépartementale (ATI), IRD, 46 p.

Liste de publications, communiqués et productions audiovisuelles ayant touché un plus grand public et participé à la visibilité des études et à sensibiliser au-delà de la communauté scientifique :

– **IRD/Fiches d'actualité scientifique** (versions FR, ES, GB) :

N° 217 : Pour les sardines et les anchois, les épisodes El Niño se suivent mais ne se ressemblent pas. Janvier 2005.

N° 263 : Le pêcheur : un prédateur comme les autres. Mars 2007.

N° 280 : El Niño, affecté par le réchauffement de la planète. Novembre 2007.

N° 310 : Courant de Humboldt : l'écosystème de tous les extrêmes. Janvier 2009.

N° 345 : Écouter l'océan pour une meilleure gestion des pêches. Mars 2010.

N° 349 : Quand les scientifiques œuvrent pour une pêche responsable au Pérou. Mai 2010.

N° 385 : Le calamar géant, l'ogre qui envahit le Pacifique. Octobre 2011.

N° 466 : Pérou : vers une meilleure prévision des ressources en poisson. Octobre 2014.

– **IRD/Articles dans journal *Sciences au Sud*** (versions FR, ES, GB) :

N° 39 : Au cœur du courant de Humboldt. Mars-mai 2007.

N° 49 : Le fragile eldorado de l'anchois. Avril-mai 2009.

N° 55 : L'océan manque d'oxygène. 2010.

N° 62 : Le calmar géant : l'ogre qui envahit le Pacifique. 2011.

N° 64 : À l'écoute des poissons ! 2011.

N° 69 : Répercussions climatiques sur les anchois du Pérou. Avril-mai 2013.

N° 75 : Le paradoxe de l'anchois et du poulet. Juillet-août 2014.

N° 76 : Interview de Manuel Pulgar-Vidal, ministre de l'Environnement du Pérou. Septembre-octobre 2014.

N° 77 : Oasis de vie dans le désert océanique. 2014.

– **Communiqués de presse**

• Communiqué de presse IRD-CNRS-Telecom Bretagne. 2014. « Le rôle majeur des "oasis" océaniques dans les interactions entre organismes marins » (à partir de BERTRAND *et al.*, 2014, *Nature Communications*, 15 octobre 2014.

• Communiqué de presse IRD. 2017. « L'anchois du Pérou : vers une industrie plus propre ». *Actualités générales*, 7 mars 2017.

– **IRD CD-ROM** : Dossier thématique P4D2 « La Pêcherie d'anchois du Pérou », dans le cadre du CD-ROM « Pêcheurs des Tropiques » (resp. B. Gobert, IRD-DIC), 2007.

– **Films de vulgarisation et émissions TV** :

• *L'épopée de l'anchois* (2007). Eurocéans-Océanopolis production.

• Canal IRD (4 films, 2008) : *L'épopée de l'anchois* (2008). *Fonctionnement d'un écosystème marin : exemple des écosystèmes d'upwelling – socioéconomiques de la conjonction de forçages anthropogéniques et climatiques* (2008).

• *L'anchois du Pérou, un El Dorado ?* (2009). [http://www.perou.ird.fr/la-mediatheque/selection-de-media/videos-canal-ird/l-anchois-du-perou-un-el-dorado/\(video_canal\)/5352](http://www.perou.ird.fr/la-mediatheque/selection-de-media/videos-canal-ird/l-anchois-du-perou-un-el-dorado/(video_canal)/5352).

- *Pérou, planète extrême* (2015). French Connection Films, diffusion Ushuaïa TV et TV5 Monde.
- *Voyage au centre de la mer*. Nova Média production, diffusion Radio-Canada (Découverte), Ici Explora et ARTE France (2013).
- *Diable d'oiseau, l'horizon de Kerstin* (2017). Pronto Prod, diffusion Ushuaïa TV.
- *Preparate Perú* (2015). TV Perú, interview en direct sur l'observation d'El Niño et ses impacts côtiers.

AMESTOY F., 2016 – « Hacia un manejo con enfoque ecosistémico del Gran Ecosistema Marino de la Corriente Humboldt (GEMCH) ». Evaluación final del proyecto PIMS 4147, 45 p.

Consejo Nacional de Gestión del Riesgo del Fenómeno El Niño, Secretaría Técnica, 2015 – « Procedimiento y criterios para aprobación de ejecución de acciones de reducción del riesgo, preparación y respuesta antes los efectos del periodo de lluvias 2015-2016 y El fenómeno el Niño » – Diagrama de flujo: 1 p.

CÓRDOVA D. (Ministro), 2018 – *Produce: La pesca artesanal será nuestra prioridad y vamos a defenderla*. Noticia 2 de Abril del 2018.

ENFEN, 2017 – *Diagnóstico Climático y Previsión de El Niño: Oscilación del Sur en el Perú*. 2017: 19.

INSTITUTO DEL MAR DEL PERÚ, 2014 – *50 años de mar y ciencia (1964-2014)*. Imarpe: 51, 133-134, 140-212.

LEZAMA-OCHOA A., IRIGOIEN X., CHAIGNEAU A., QUIROZ Z., BERTRAND A., 2014 – *Acoustics reveals the presence of a macrozooplankton biocline in the Bay of Biscay in response to hydrological condition and predator-prey interaction*. <https://journals.plos.org/plosone/article?id=10.1371/journal.pone.0088054>

MINISTERIO DE LA PRODUCCIÓN (PRODUCE), 2017 – Resolución directoral n° 065-2017-PRODUCE/DGSFS-PA, Artículo 1 sobre el servicio de seguimiento satelital (SISESAT) para embarcaciones pesqueras; 28 de agosto de 2017 : 6 p.

MINISTERIO DEL AMBIENTE (MINAM), 2016 – « El Perú y el Cambio Climático: Tercera Comunicación Nacional del Perú ». Convención Marco de las Naciones Unidas sobre Cambio Climático: 329 p.

PÉREZ-SANTOS I., CASTRO L., ROSS L., NIKLITSCHK E., MAYORGA N., CUBILLOS L., GUTIERREZ M., ESCALONA E., CASTILLO M., ALEGRÍA N., DANERI G., 2018 – Turbulence and hypoxia contribute to dense biological scattering layers in a Patagonian fjord system. *Ocean Science* 14.5 (2018): 1185-1206.

REPUBLIC OF PERU, 2015 – « Intended nationally determined contribution (iNDC) from the Republic of Peru ». 12 p.

Liste des sigles

Acapella : Hydroacoustique appliquée à l'haliéutique, à l'écologie et à l'éthologie aquatiques

Active : Écoéthologie des poissons pélagiques marins

ANA : Autoridad Nacional del Agua

ANR : Agence nationale de la recherche

ARTS : Allocations de recherche pour une thèse au Sud

Asirpa : Analyse des impacts de la recherche publique agronomique

ATI : Action transdépartementale incitative

BID : Banque interaméricaine de développement

Cenepred : Centro Nacional de Estimación, Prevención y Reducción del Riesgo de Desastres

Cnes : Centre national d'études spatiales

Concimar : Congreso de Ciencias del Mar del Perú

Concytec : Consejo Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación Tecnológica

Conicyt : Comisión Nacional de Investigación Científica y Tecnológica

CPPS : Comisión Permanente del Pacífico Sur

DHN : Dirección de Hidrografía y Navegación

Discoh : Dynamiques du système du courant de Humboldt

EAF : Ecosystem Approach to Fisheries

Ebus : Eastern Boundary Upwelling Systems

Emacep : Ecología Marina Cuantitativa del Ecosistema de Afloramiento Peruano

EME : Écosystèmes marins exploités

Enfen : Comisión Multisectorial encargada del Estudio Nacional del Fenómeno El Niño

Erfer : Programa Estudio Regional del Fenómeno El Niño

FAO : Food and Agriculture Organization

Fondcyt : Fonds national pour le développement scientifique, technologique et d'innovation

GEF : Global Environment Facility / FEM en français : Fonds pour l'environnement mondial

Gemch : Gran Ecosistema Marino de la Corriente Humboldt

Globec : Global Ocean Ecosystem Dynamics

GTZ : Deutsche Gesellschaft für Technische Zusammenarbeit (devenu Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit)

Ices : International Council for the Exploration of the Sea

Iclarm : International Center for Living Aquatic Resources Management

IDB : Inter-american Development Bank
Idyle : Interactions and Spatial Dynamics of Renewable Resources in Upwelling Ecosystems
Ifremer : Institut français de recherche pour l'exploitation de la mer
IGP : Instituto Geofísico del Perú
Imago : Instrumentation, moyens analytiques, observatoires en géophysique et océanographie
Imarpe : Instituto del Mar del Perú
Impress : Impact of Research in the South
INDC : Intended Nationally Determined Contribution
Indeci : Instituto Nacional de Defensa Civil
Insu : Institut national des sciences de l'univers
IRD : Institut de recherche pour le développement

JEAI : Jeune équipe associée à l'IRD

Lefe : Les enveloppes fluides et l'environnement
Legos : Laboratoire d'études en géophysique et océanographie spatiales
Lemar : Laboratoire des sciences de l'environnement marin
LME : Large Marine Ecosystems
LMI : Laboratoire mixte international
Locean : Laboratoire d'océanographie et de climat par expérimentation et approche numérique

MAE : Ministère des Affaires étrangères
Marbec : MARine Biodiversity, Exploitation and Conservation
MEPR : Mission évaluation et programmation de la recherche
Minam : Ministerio del Ambiente
MLD : Mission longue durée
MSC : Marine Stewardship Council

Nasa : National Aeronautics and Space Administration
NSF : National Science Foundation

OMZ : Oxygen Minimum Zone
ONG : Organisation non gouvernementale
Osmose : Object-oriented Simulator of Marine ecOSystems

PCCC : Peru Chile Climate Change
PUCP : Pontificia Universidad Católica del Perú
Peps : Peru Ecosystem Projection scenarios : le changement climatique dans l'océan péruvien
Pices : North Pacific Marine Science Organization / Pacific version of the International Council for the Exploration of the Sea

Pims : Project Information Management System
Pisces : Pelagic Interactions Scheme for Carbon and Ecosystem Studies
Produce : Ministerio de la Producción

Roms : Regional Ocean Modelling System

Senamhi : Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú
Sesstim : Sciences économiques et sociales de la santé et traitement de l'information médicale
Sisesat : Sistema Nacional de Información de Seguridad y Salud en el Trabajo
SNP : Sociedad Nacional de Pesquería
Spirales : Soutien aux projets informatiques dans les équipes scientifiques

Topineme : Top Predators as Indicators of Exploited Marine Ecosystem dynamics

UMR : Unité mixte de recherche
UNI : Universidad Nacional de Ingeniería
UNMSM : Universidad Nacional Mayor de San Marcos
Unops : Bureau des Nations unies pour les services d'appui aux projets
UPCH : Universidad Peruana Cayetano Heredia
UR : Unité de recherche
US : Unité de service

Vecep : VEga Consolidation and Evolution Preparation Programme

WRF : Weather Research and Forecasting
WWF : World Wildlife Fund



COLLECTION **Chemins d'impacts**

www.editions.ird.fr