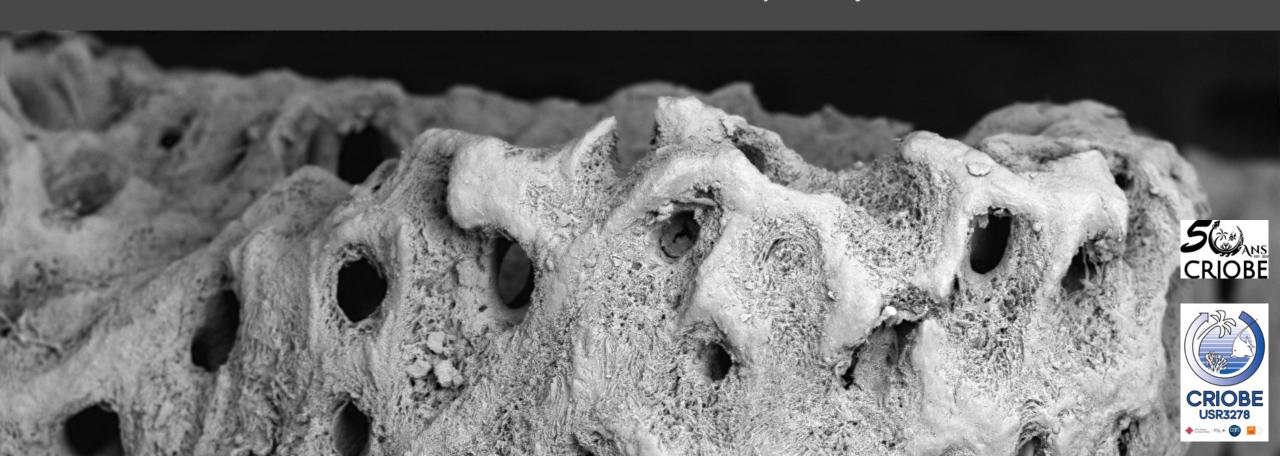
L'ACIDIFICATION DES OCEANS: L'AUTRE PROBLÈME DES RÉCIFS CORALLIENS

ACID REFES

Dr Laetitia Hédouin, CRIOBE, Moorea, Polynésie française







RÉCIFS CORALLIENS

375,000

 $1,000,000^{1}$

500,000,000

24,000,000,000²













POLLUTION

CHANGEMENT CLIMATIQUE



AUJOURD'HUI LE PROBLÈME DU CHANGEMENT CLIMATIQUE, C'EST

LE BLANCHISSEMENT CORALLIEN

L'ACIDIFICATION DES OCÉANS: UNE RÉELLE MENACE



UNE MENACE POUR LES ORGANISMES CALCIFIANTS



LES CORALIX SONT SOUMIS A' DE MULTIPLES PERTURBATIONS



L'AVENIR DES CORAUX EST INCERTAIN

ACID REEFS

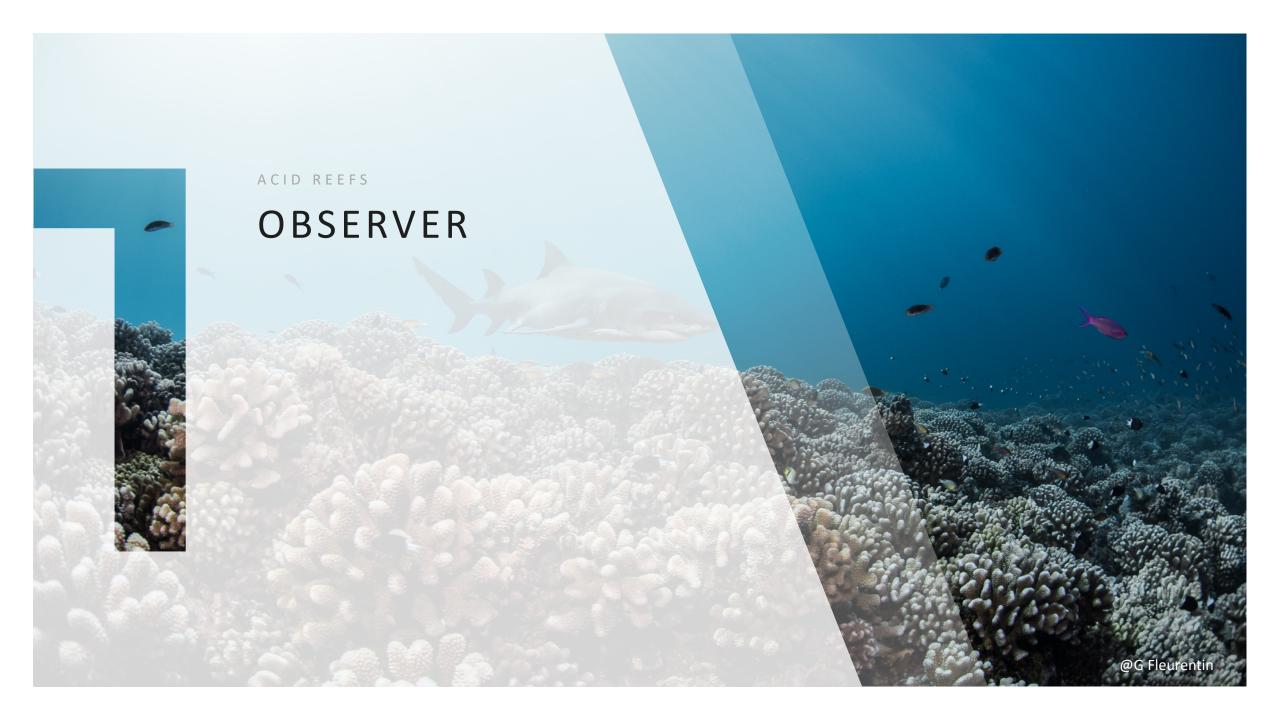
1. OBSERVER

4. COMMUNIQUER

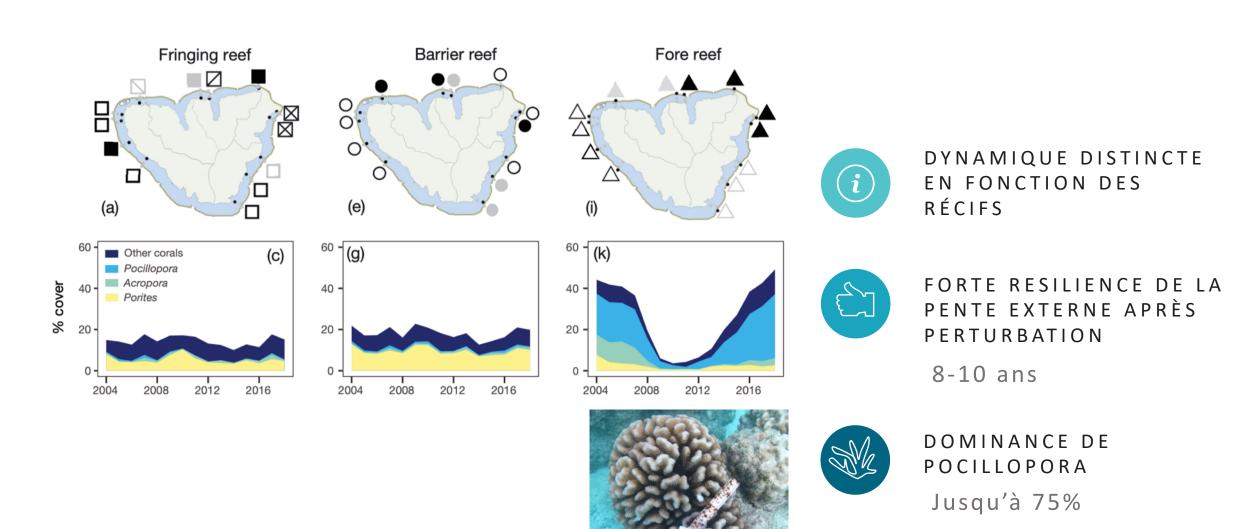


2. COMPRENDRE

3. PREDIRE

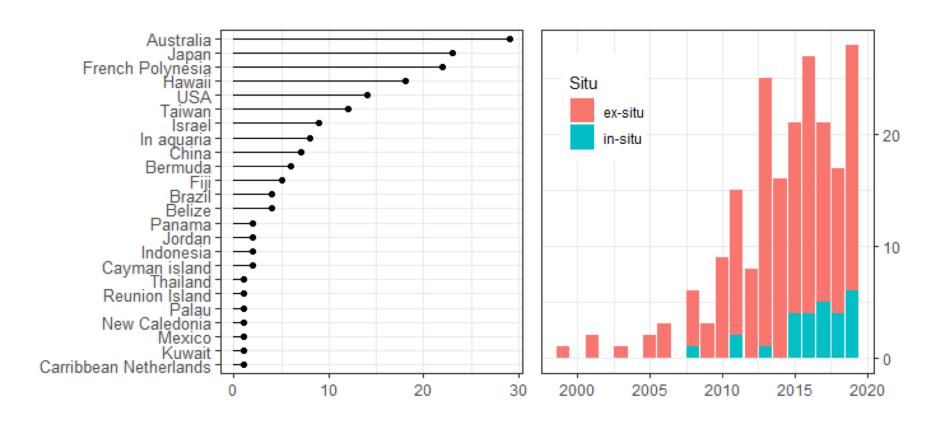


DYNAMIQUE DES RÉCIFS DE MOOREA



Moritz et al 2021

SYNTHÈSE





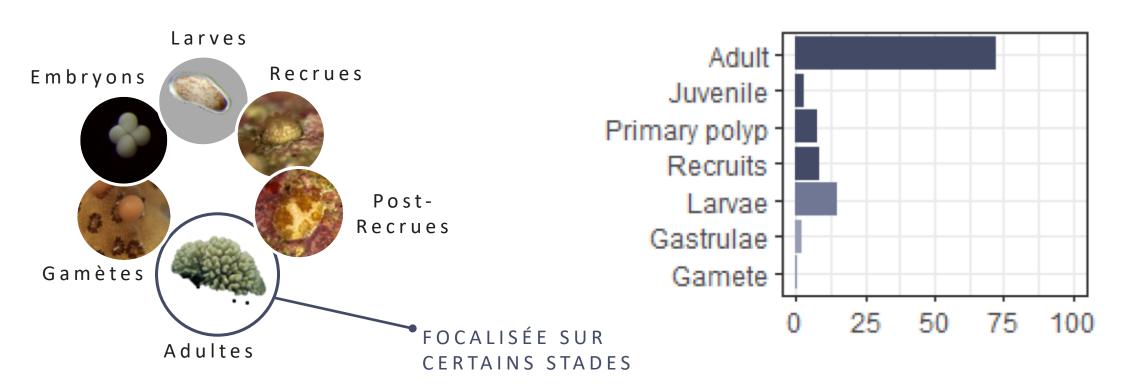


INTÉRÊT POUR L'AO SUR LES CORAUX EST RÉCENT

En expansion depuis 2010

SYNTHÈSE

CYCLE DE VE BENTHO-PELAGIQUE





EN FONCTION DU CONTEXTE LOCAL





La calcification d'Acropora hyacinthus est diminuée par l'AO



Les espèces ont des sensibilités différentes en raison de leurs traits biologiques



Un point de rupture biologique existe chez les coraux face à l'AO



Les coraux blanchis sont plus sensibles que les non blanchis

RÉPONSE DE 5 GENRES CORAUX À L'AO



POCILLOPORA

Non perforé,

Coirssance rapide





A C R O P O R A

Perforé, croissance rapide

EXPÉRIENCE

48 jours 3 pH (3 pCO2) 7 espèces



PAVONA

Non perforé, croissance lente



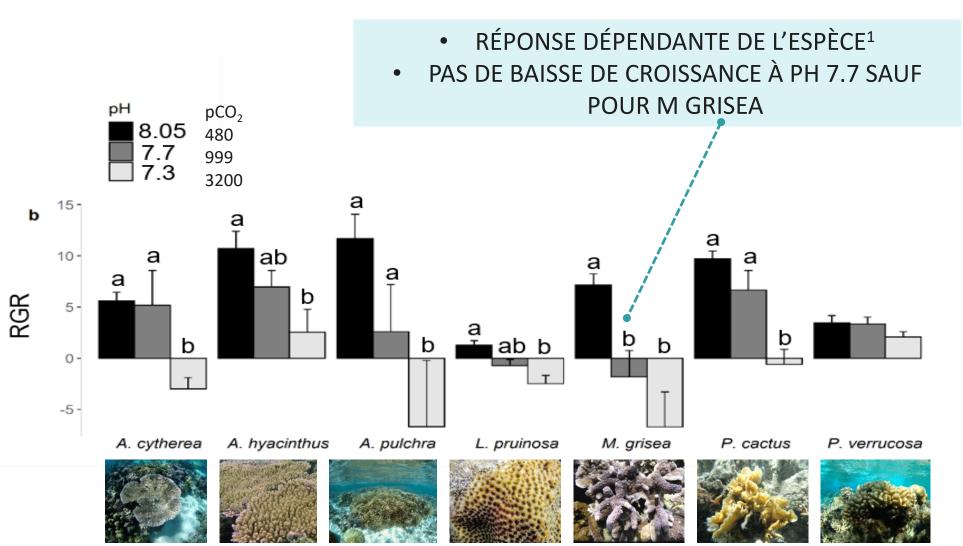
MONTIPORA

Perforé, croissance lente

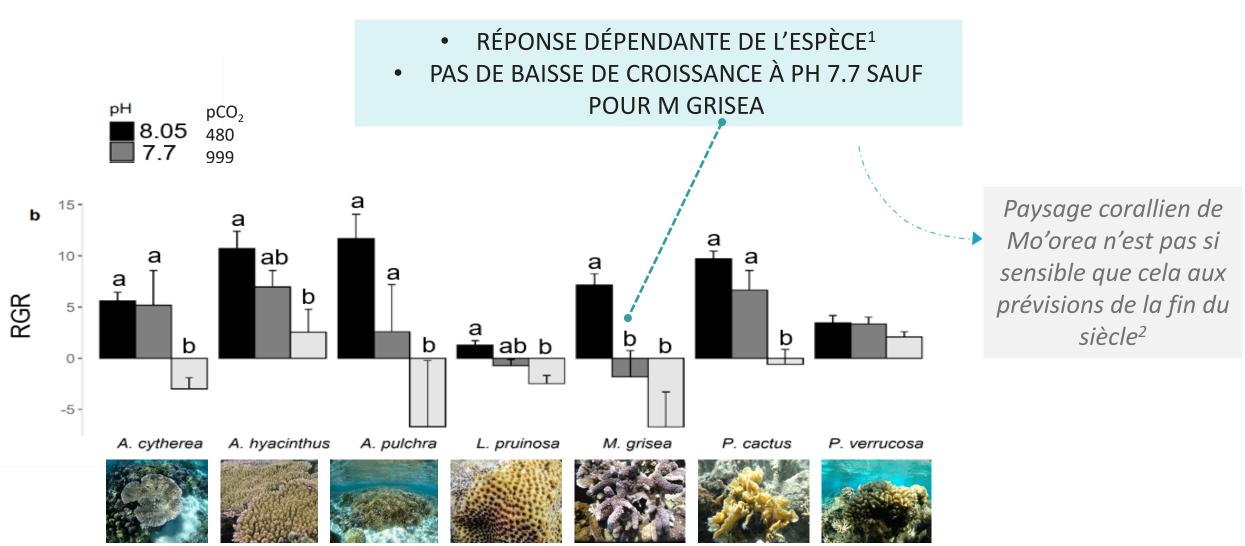


5 LEPTASTREA

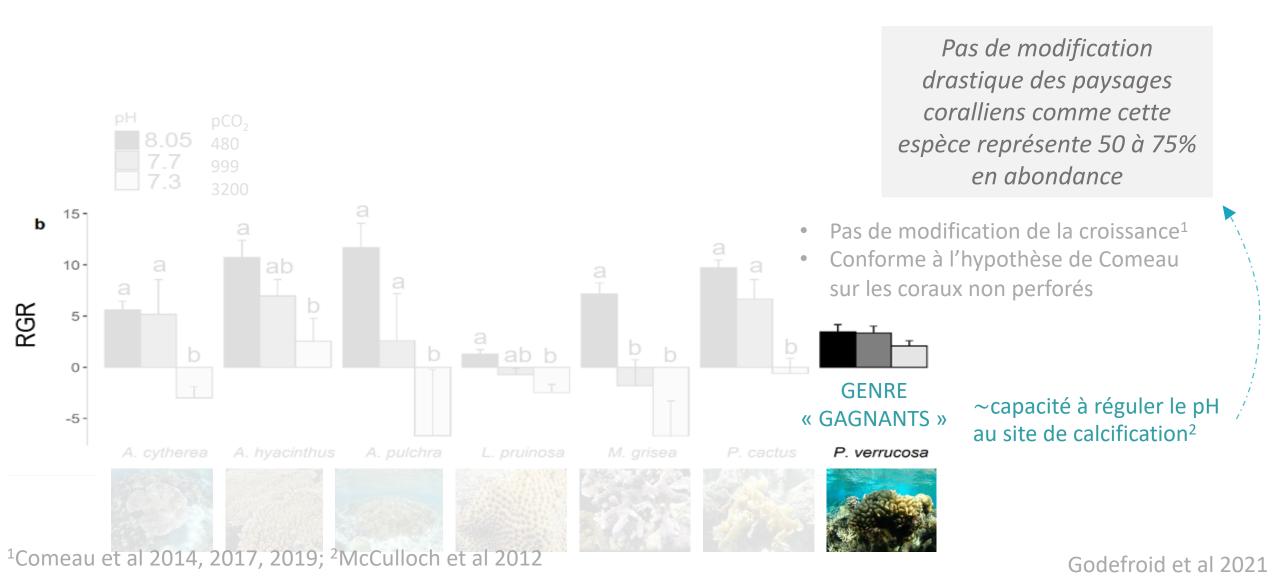
Non Perforé, croissance lente



¹Edmunds et al 2012 Godefroid et al 2021



¹Edmunds et al 2012 Godefroid et al 2021

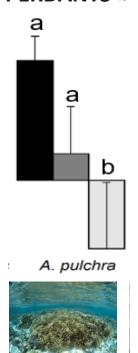


- Espèce la plus sensible
 - 40 % de mortalité
- Lyse tissulaire observée
- Dissolution du squelette



Les lagons de Mo'orea pourraient être les plus vulnérables

« PERDANTS »

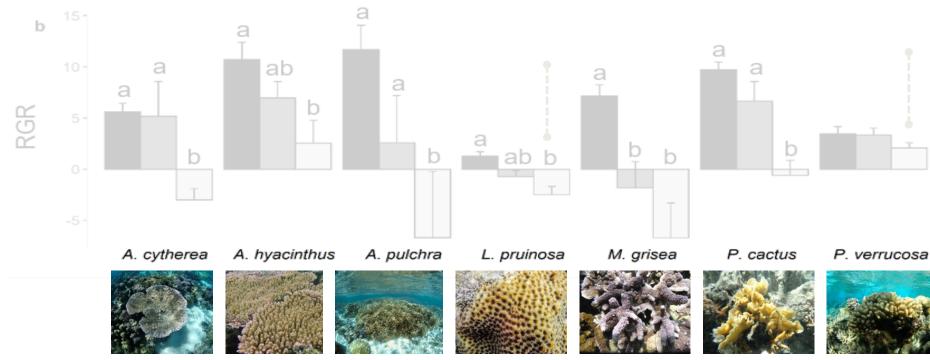








- PAS UN SEUL TRAIT BIOLOGIQUE SEMBLE EXPLIQUER LES VARIATIONS OBSERVÉES
- POTENTIEL LOCAL ADAPTATION (PH FLUCTUE DE 7,48 À 8,07 EN 3 MOIS¹) EXPLIQUANT LA FAIBLE SENSIBILITÉ À L'AO



¹ Rivest & Gouhier 2015 Godefroid et al 2021

EN FONCTION DU CONTEXTE LOCAL





La calcification d'Acropora hyacinthus est diminuée par l'AO



Les espèces ont des sensibilités différentes en raison de leurs traits biologiques



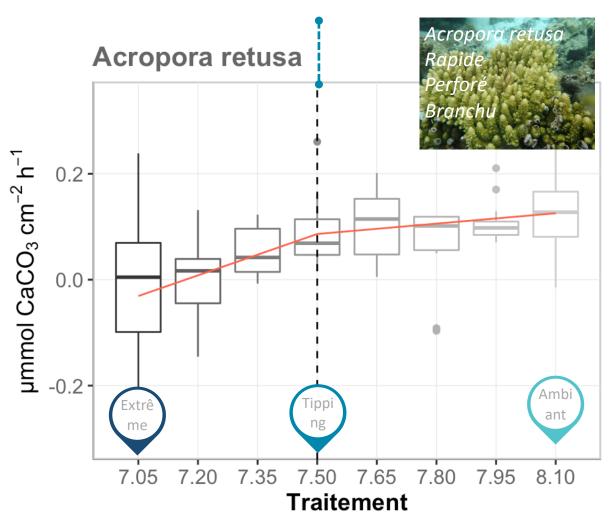
Un point de rupture biologique existe chez les coraux face à l'AO



Les coraux blanchis sont plus sensibles que les non blanchis

RÉPONSE DES CORAUX À L'AO: "Tipping points"

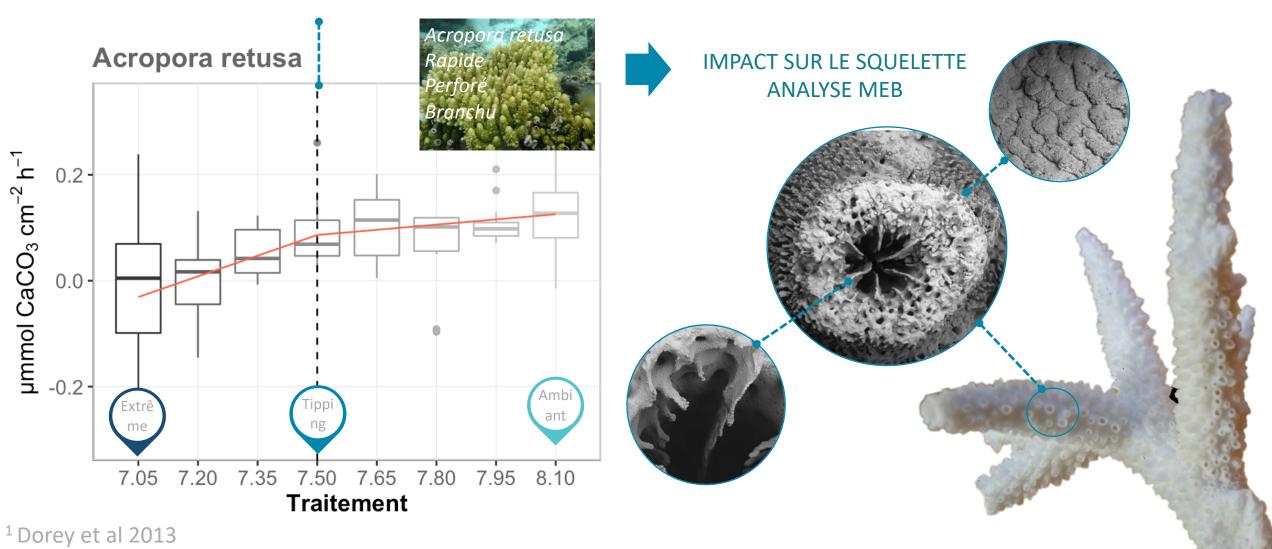
« Tipping point »¹

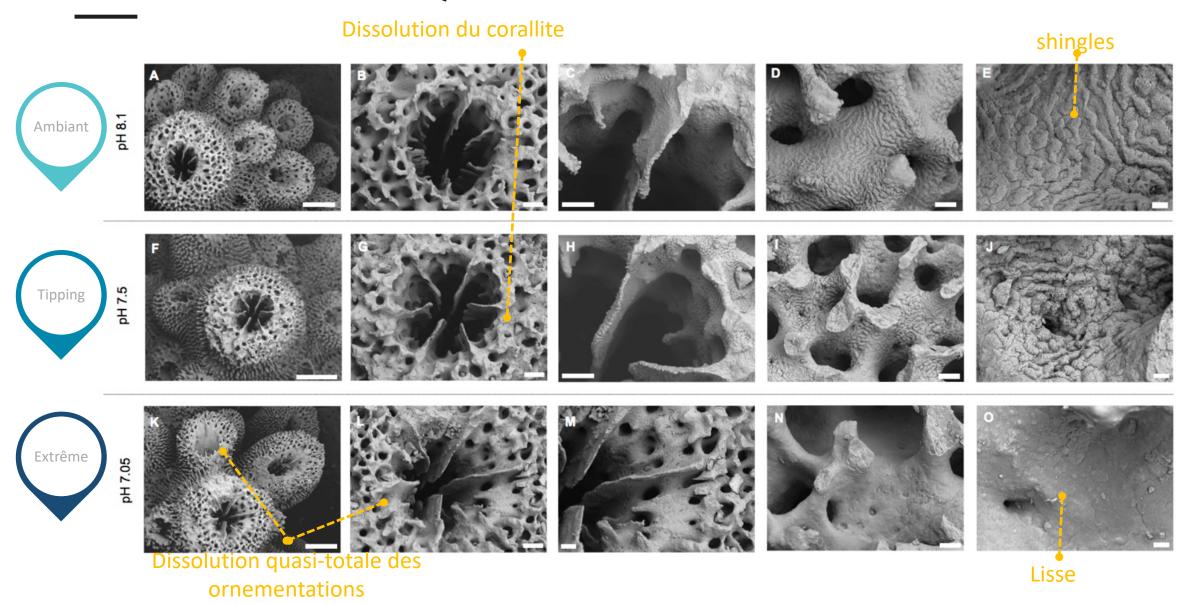


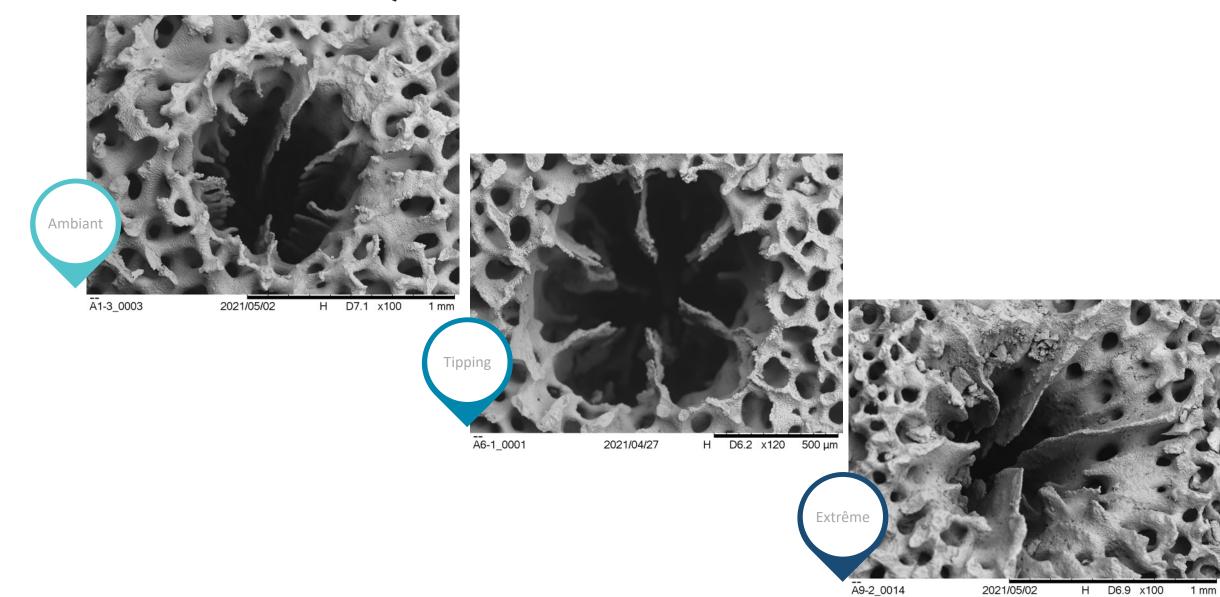
¹ Dorey et al 2013

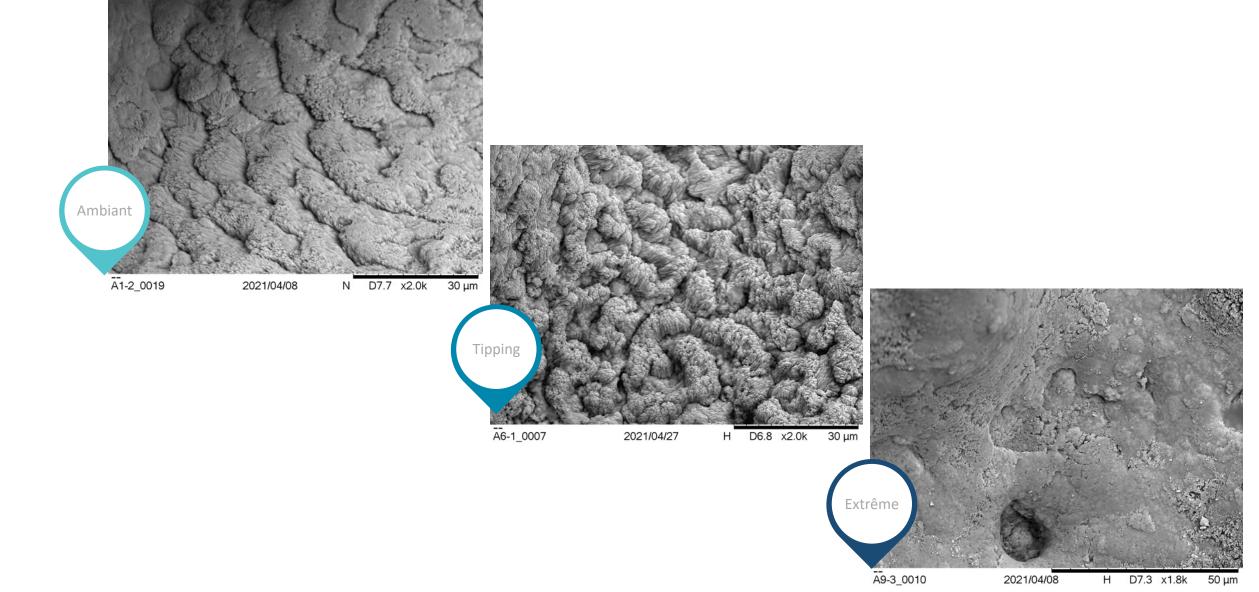
RÉPONSE DES CORAUX À L'AO: "Tipping points"

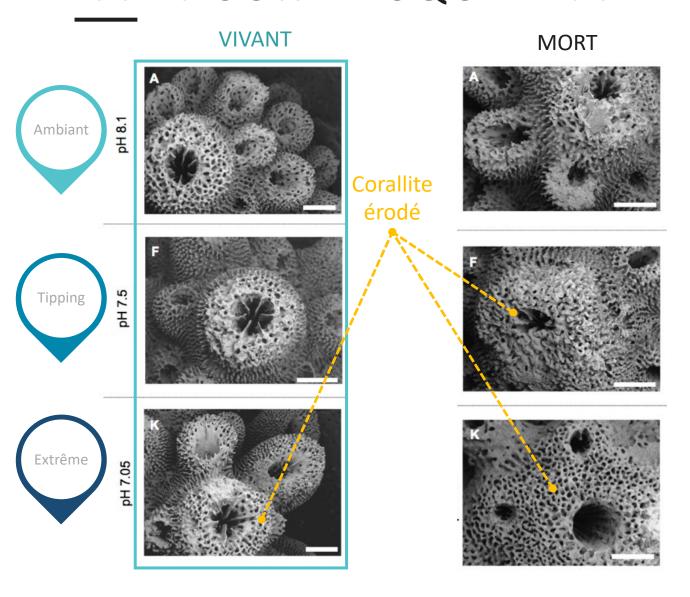
« Tipping point »¹



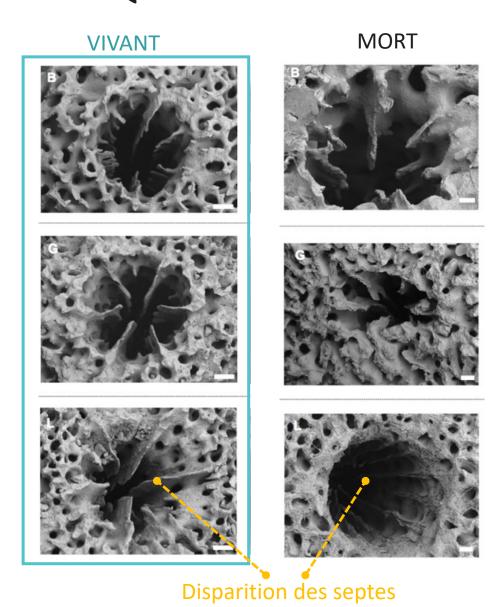


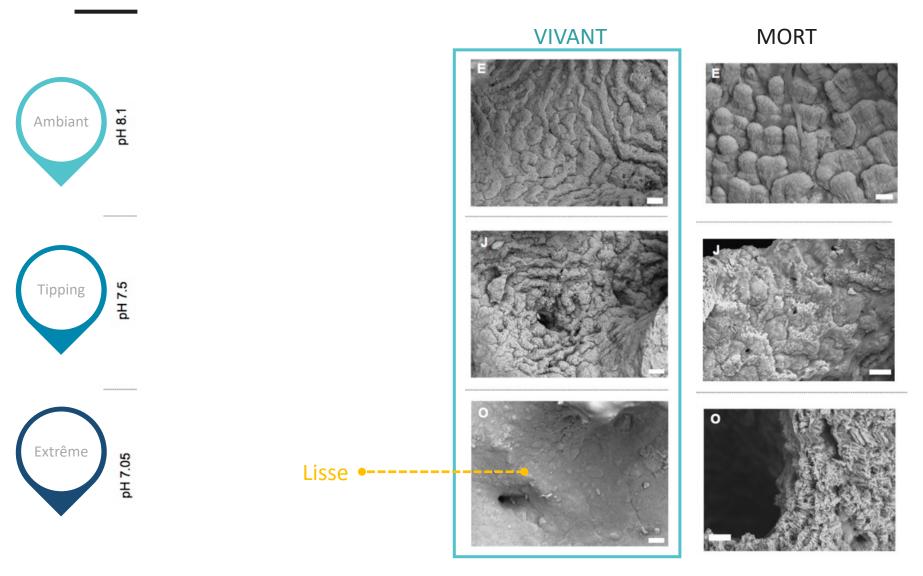












EN FONCTION DU CONTEXTE LOCAL





La calcification d'Acropora hyacinthus est diminuée par l'AO



Les espèces ont des sensibilités différentes en raison de leurs traits biologiques



Un point de rupture biologique existe chez les coraux face à l'AO



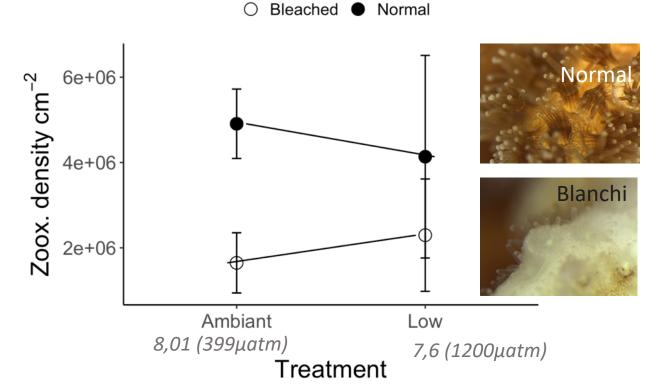
Les coraux blanchis sont plus sensibles que les non blanchis

CORAUX BLANCHIS VS NON BLANCHIS



Pocillopora damicornis exposé pendant 7 jours à pH ambiant et 7.6 (pCO₂ 399 vs 1200 ppm)

Zooxanthella density



CORAUX BLANCHIS VS NON BLANCHIS

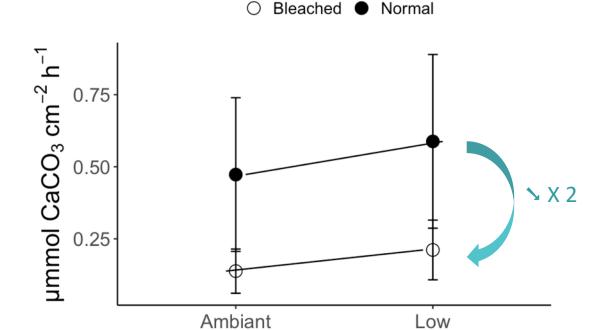


Pocillopora damicornis exposé pendant 7 jours à pH ambiant et 7.6 (pCO₂ 399 vs 1200 ppm)

- Pas d'effet du pH/pCO₂
- Résistance du genre et de l'espèce P. damicornis
- ~ Comeau et al 2013, 2018





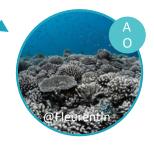


Calcification

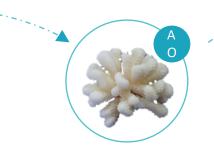
Treatment



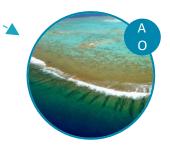
SCÉNARIO AO DE 2100



FORTE RÉSISTANCE DES CORAUX DE MO'OREA À L'AO¹



EMERGENCE DE CORAUX "GAGNANTS"



MAINTIEN DES SERVICES ÉCOSYSTÉMIQUES CLÉS



SCÉNARIO AO DE 2100



FORTE RÉSISTANCE DES CORAUX DE MO'OREA À L'AO¹



EMERGENCE DE CORAUX "GAGNANTS"

MAINTIEN DES SERVICES ÉCOSYSTÉMIQUES CLÉS

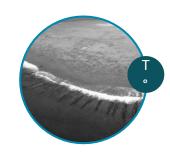
SCÉNARIO T° DE 2100

Blanchissement annuel, plus frequent, plus intense -GIEC



BAISSE DE LA CALCIFICATION PENDANT LES ÉPISODES DE BLANCHISSEMENT

D'un facteur 2



ALTÉRER LES SERVICES PLUS RAPIDEMENT QUE PRÉVUE



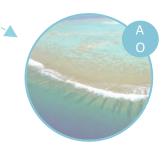
SCÉNARIO AO DE 2100



FORTE RÉSISTANCE DES CORAUX DE MO'OREA À L'AO¹



EMERGENCE DE CORAUX "GAGNANTS"



MAINTIEN DES SERVICES ÉCOSYSTÉMIQUES CLÉS



Blanchissement annuel, plus frequent, plus intense -GIEC



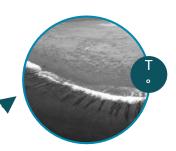
BAISSE DE LA CALCIFICATION PENDANT LES ÉPISODES DE BLANCHISSEMENT

D'un facteur 2



MORTALITÉ PLUS FRÉQUENTE ET INTENSE

50% mortalité en 2019



ALTÉRER LES SERVICES PLUS RAPIDEMENT QUE PRÉVUE



D'un facteur 2

PENDANT LES ÉPISODES DE

BLANCHISSEMENT

50% mortalité en 2019

FRÉQUENTE ET INTENSE

RAPIDEMENT QUE PRÉVUE

ACCENTUER EN SITUATION DE STRESS COMPLEXE

LES INTERACTIONS SUR LE RÉCIF



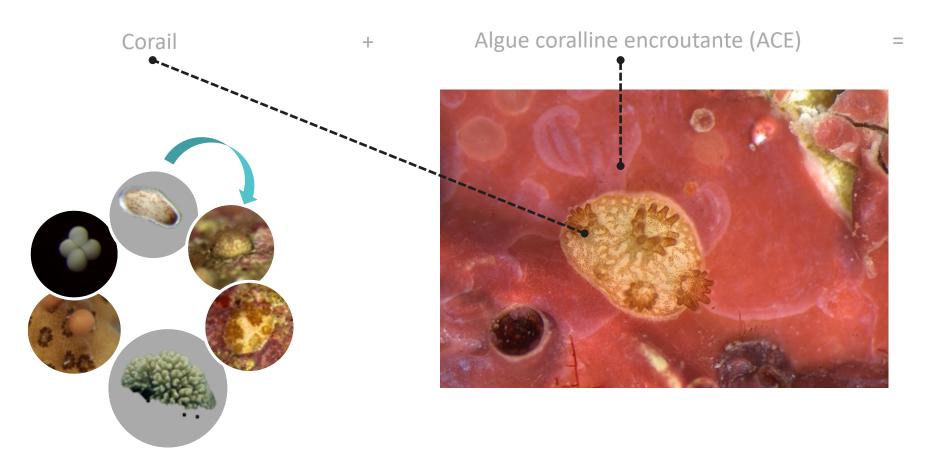


Algues corallines encroutantes & larves de corail



Poissons herbivores et algues

INTÉRACTION AVEC LES ALGUES CORALLINES



Nécessaire à la métamorphose

CYCLE DE VE BENTHO-PELAGIQUE

RÉPONSE DES CORAUX À L'AO: ACE

Les algues cryptiques sont-elles plus sensibles à l'AO?





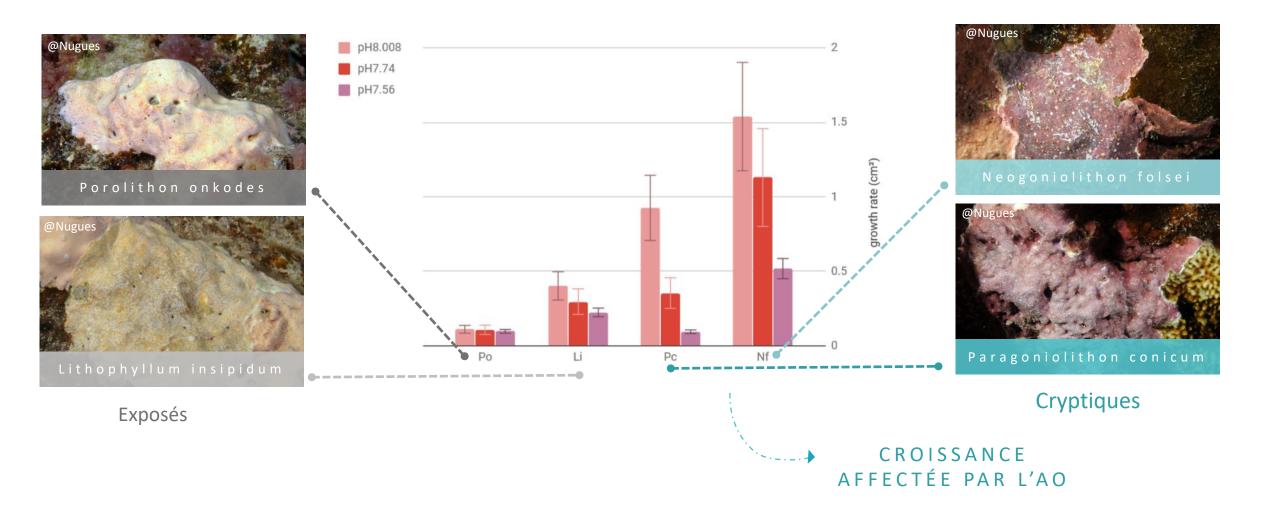




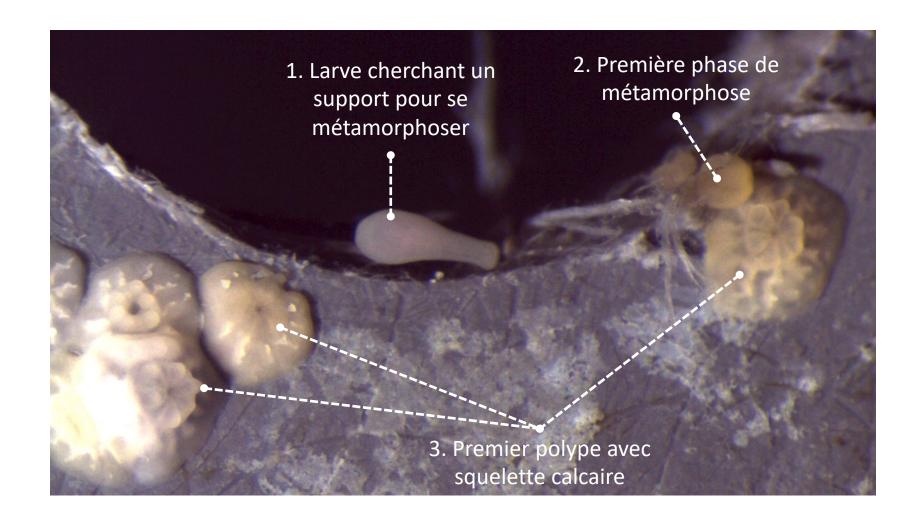
Exposés Cryptiques

RÉPONSE DES CORAUX À L'AO: ACE

Les algues cryptiques sont-elles plus sensibles à l'AO?



INTERACTION AVEC LES ALGUES CORALLINES



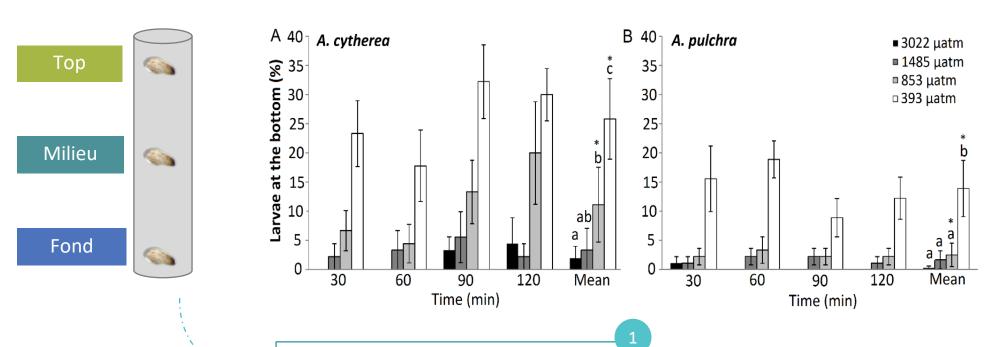
• 1. Comment l'AO influence le comportement de nage des larves?

Interaction larves/CCA

• 4 pH: 8.1, 7.8, 7.6, 7.3

pCO2: 393, 853, 1485, 3022 μatm

Acropora pulchra & A. cytherea



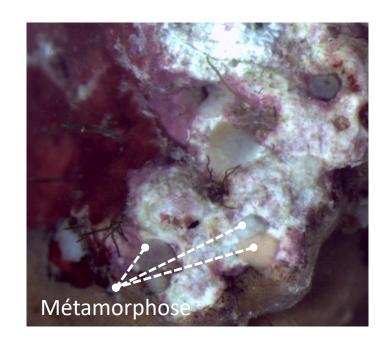
LARVES PASSENT MOINS DE TEMPS AU FOND

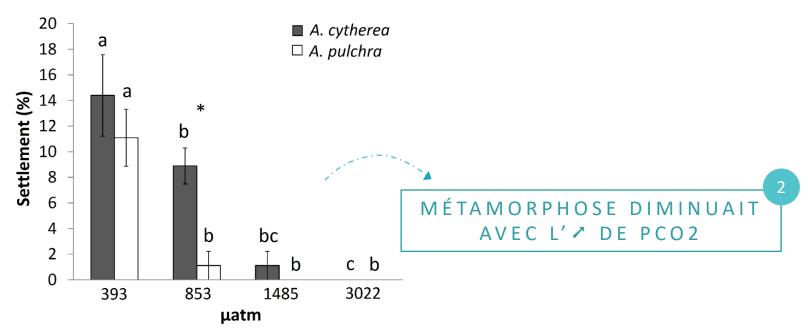
- 1. Comment l'AO influence le comportement de nage des larves?
- 2. L'AO diminue-t-elle le % de metamorphose des larves?

Interaction larves/CCA

• 4 pH: 8.1, 7.8, 7.6, 7.3

- pCO2: 393, 853, 1485, 3022 µatm
- Acropora pulchra & A. cytherea
 - Fragments de Titanoderma prototypum





1. Comment l'AO influence le comportement de nage des larves?

Interaction larves/CCA

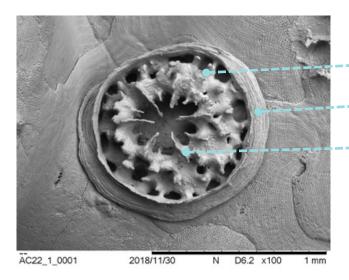
• 4 pH: 8.1, 7.8, 7.6, 7.3

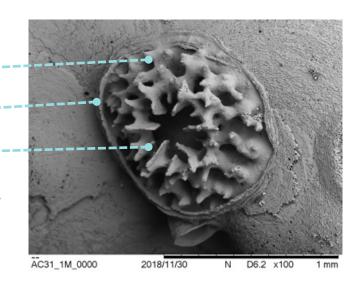
pCO2: 393, 853, 1485, 3022 μatm

Acropora pulchra & A. cytherea

- 2. L'AO diminue-t-elle le % de metamorphose des larves?
- 3. Impact sur la calcification des recrues?

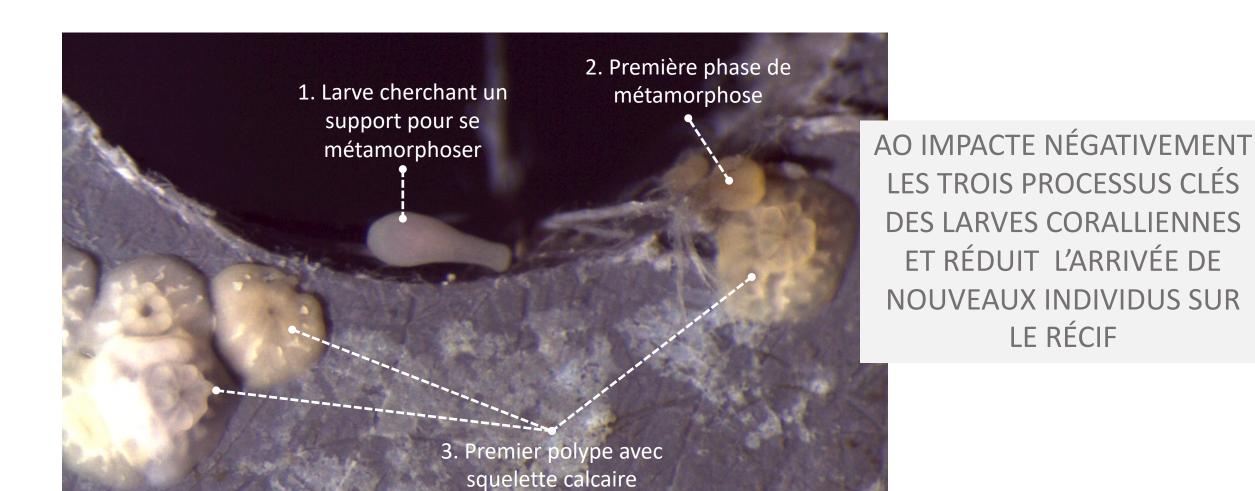




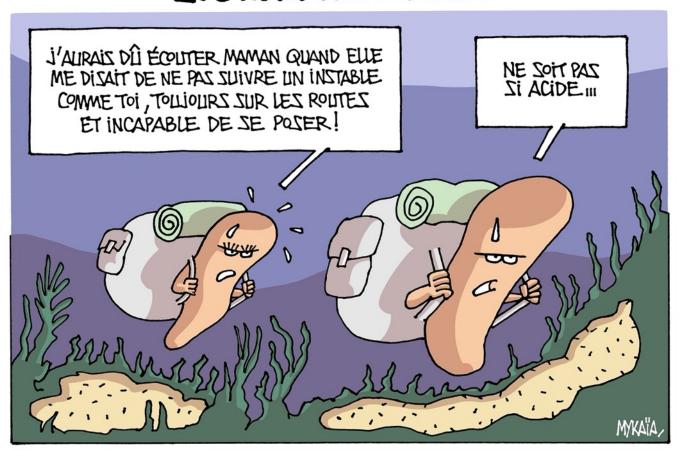


BAISSE DE CALCIFICATION

2



LES LARVES CRALLIENNES NE SE FIXENT PAS EN CONDITIONS ACIDIFIÉES



AO IMPACTE NÉGATIVEMENT LES TROIS PROCESSUS CLÉS DES LARVES CORALLIENNES ET RÉDUIT L'ARRIVÉE DE NOUVEAUX INDIVIDUS SUR LE RÉCIF

LES INTERACTIONS SUR LE RÉCIF





Algues corallines encroutantes & larves de corail



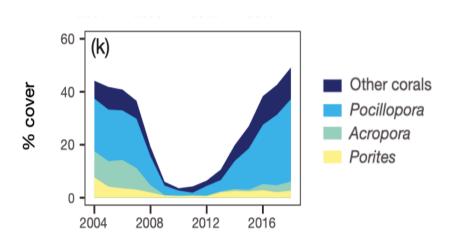
Poissons herbivores et algues

CONTEXTE ÉCOLOGIQUE DE MO'OREA





FORTE RÉSILIENCE



Pas de shift algal





CONTEXTE ÉCOLOGIQUE DE MO'OREA



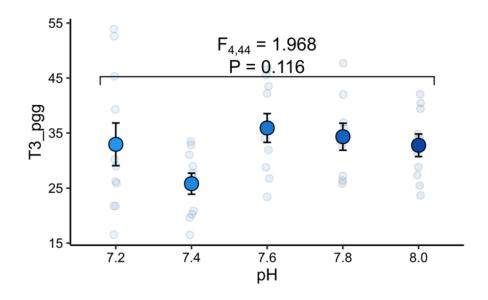


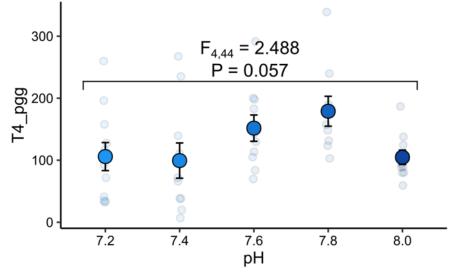


Modification du profil hormonal T3/T4?



PAS D'EFFET SUR LES HORMONES



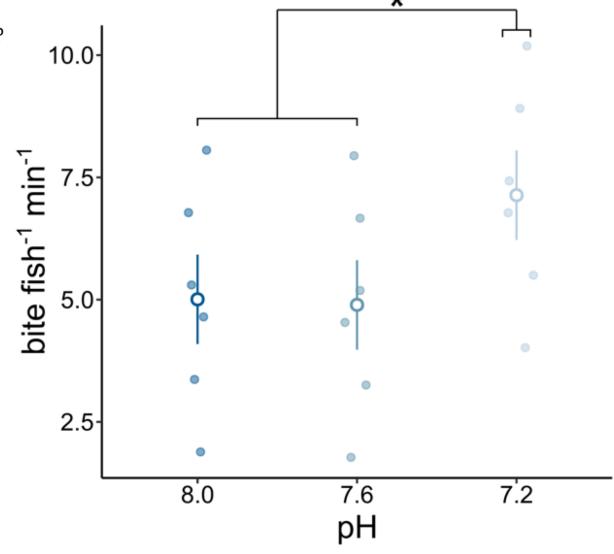


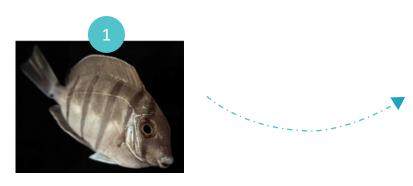


Modification du comportement alimentaire?



AUGMENTATION DE L'APPORT EN NOURRITURE EN CONDITION DE STRESS





PAS D'IMPACT SUR LA METAMORPHOSE DES LARVES

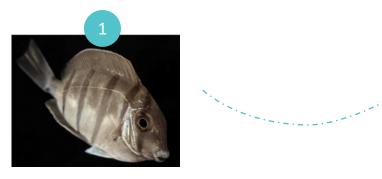


MODIFICATION DU COMPORTEMENT ALIMENTAIRE

Augmentation de l'herbivorie (nombre de morsures)



MAINTIEN D'UN PAYSAGE À DOMINANCE CORALLIENNE



PAS D'IMPACT SUR LA METAMORPHOSE DES LARVES

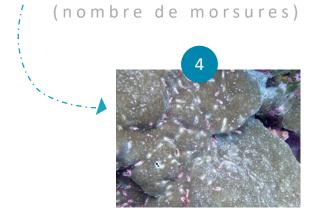


MODIFICATION DU COMPORTEMENT ALIMENTAIRE

Augmentation de l'herbivorie



MAINTIEN D'UN PAYSAGE À DOMINANCE CORALLIENNE



FRAGILISATION DU SQUELETTE



ALTÉRATION DE LA PROTECTION CÔTIÈRE

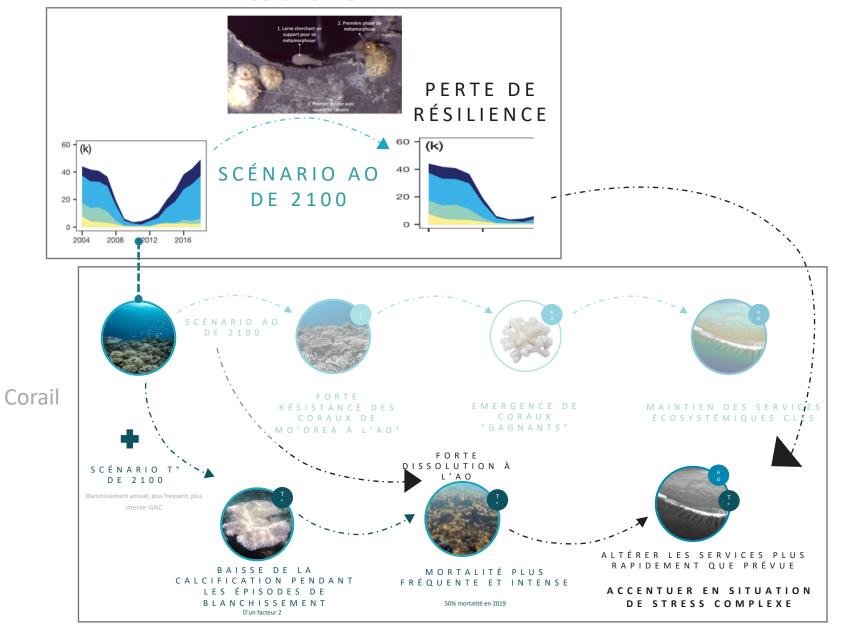
RÉSUMÉ

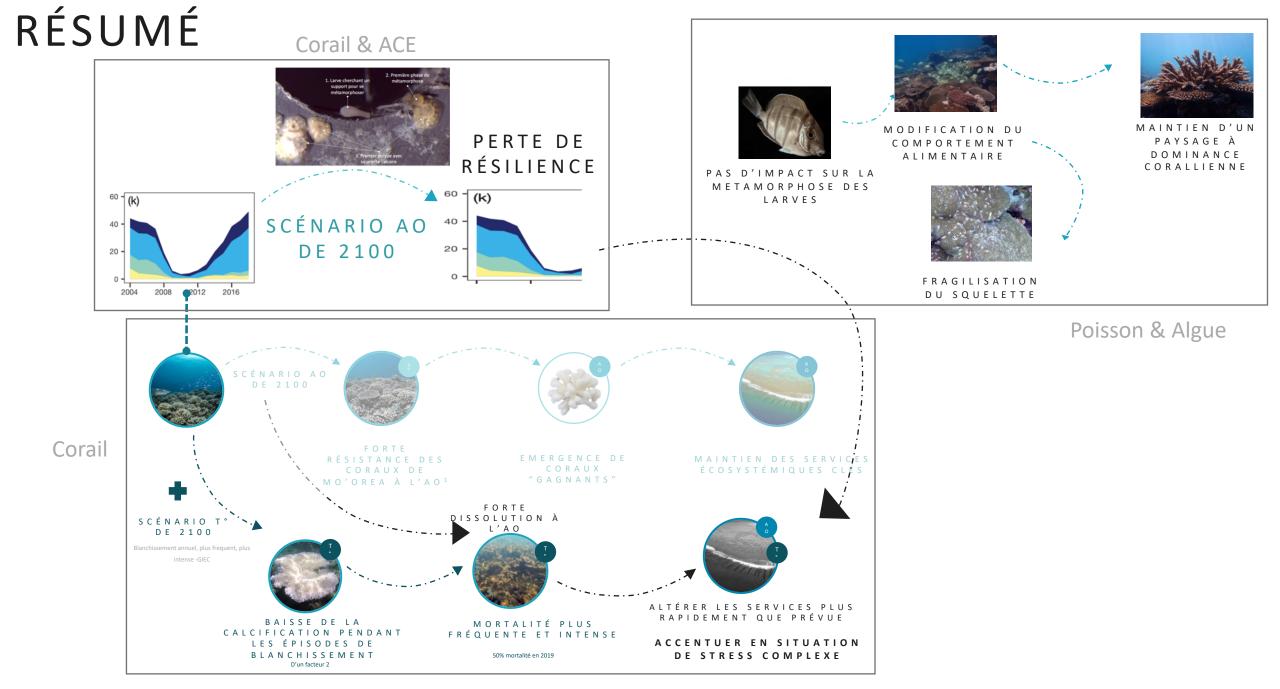


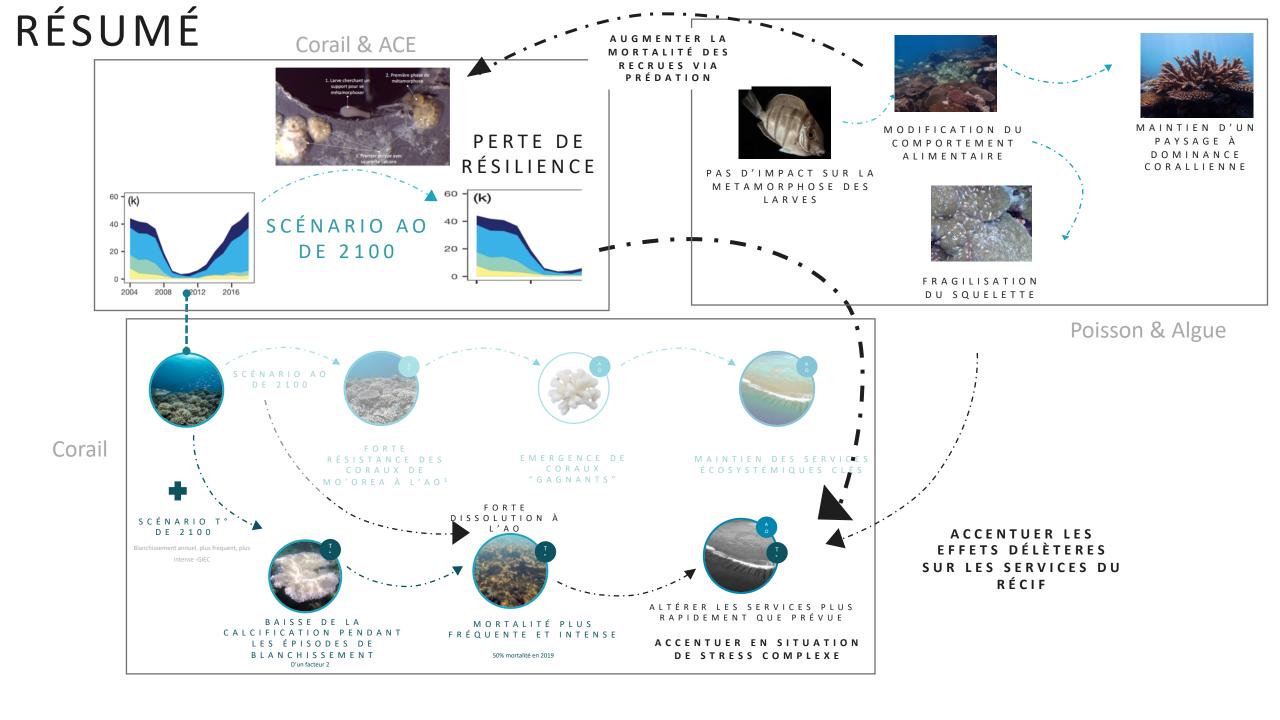
Corail

RÉSUMÉ

Corail & ACE



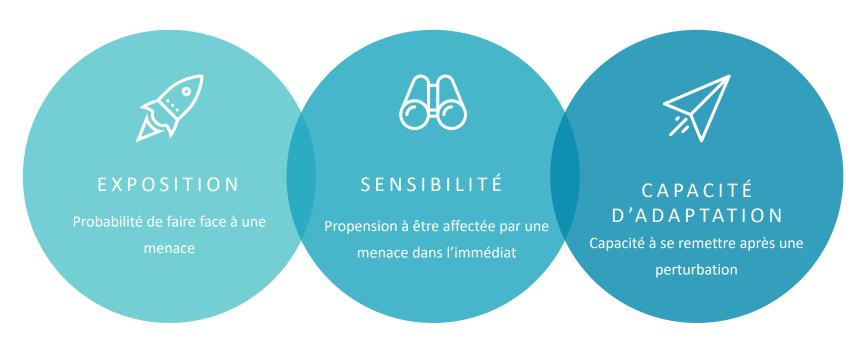




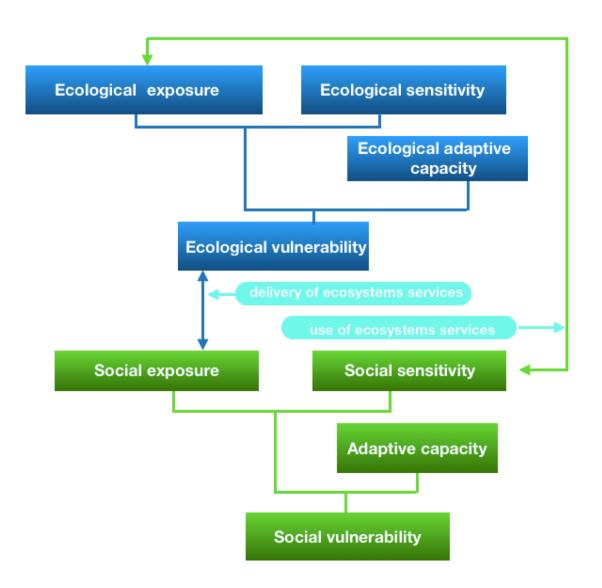


QUELS SONT LES RISQUES PESANT SUR UN SYSTÈME SOCIOÉCOLOGIQUE ET SA CAPACITÉ À Y FAIRE FACE?

VULNÉRABILITÉ DES SYSTÈMES SOCIO-ÉCOCOLOGIQUES



VULNÉRABILITÉ DES SSE



OFFRE AUX DÉCIDEURS DES
INFORMATIOPNS POUR
COMPRENDRE QUELLES ZONES
SONT VULNÉRABLES?
QUELLES ACTIONS FAIRE POUR
RÉDUIRE LA VULNÉRABILITÉ?

VULNÉRABILITÉ DES SEE

Vulnérabilité FUTURE

Dépend des facteurs de stress actuels



Vulnérabilité ACTUELLE Conditionné par les évènements

passés

VULNÉRABILITÉ DES SEE

TEMPORALITÉ DANS LES PERTURBATIONS

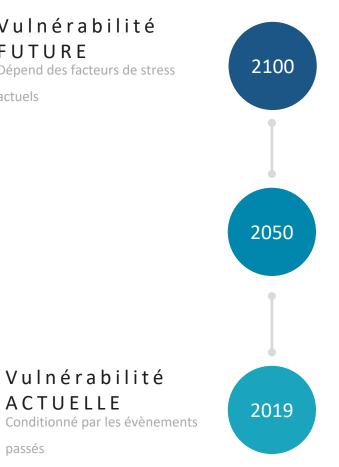
Vulnérabilité FUTURE

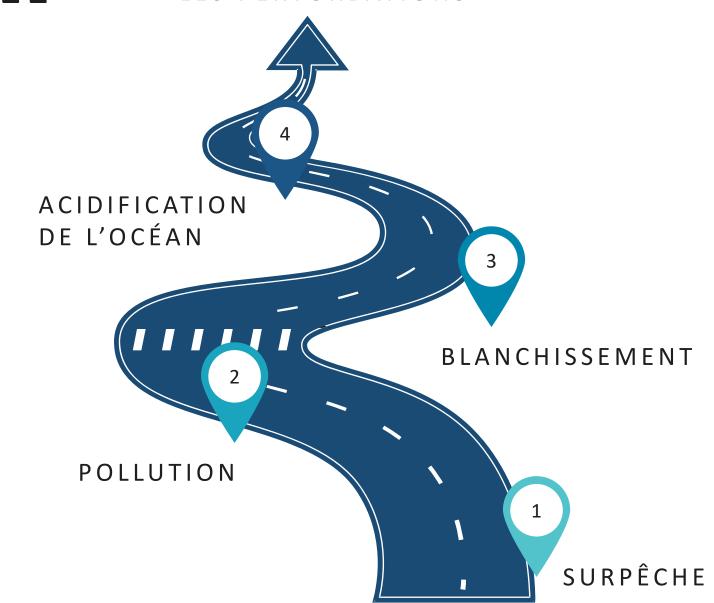
Dépend des facteurs de stress actuels

Vulnérabilité

ACTUELLE

passés





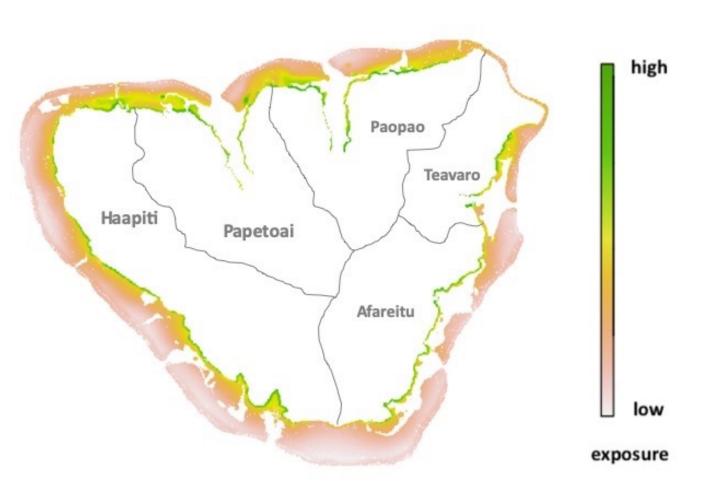
VULNÉRABILITÉ DES SEE



CAS DE L'ÎLE DE MOOREA

- Indicateurs écologiques et sociaux 2007, 2012, 2017
- Résolution 5M
- Interview avec des experts pour la vulnérabilité latente

VULNÉRABILITÉ



ÉCOLOGIQUE



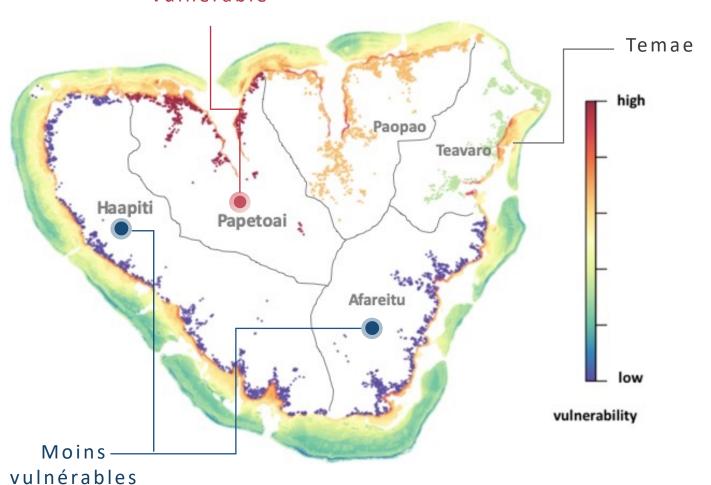
RELATIVEMENT HOMOGÈNE PAS D'HÉTÉROGÉNÉITÉ SPATIALE



VULNÉRABILITÉ PLUS FORTE PROCHE DU LITTORAL

VULNÉRABILITÉ

La plus vulnérable



ÉCOLOGIQUE + SOCIAL



POPULATIONS LES PLUS VULNÉRABLES PAS FORCÉMENT EN FACE DES ZONES LES VULNÉRABLES ÉCOLOGIQUEMENT



PAPETOAI: LA PLUS VULNERABLE AFAREITU & HAPPITI, LE MOINS

VULNÉRABILITÉ LATENTE D'ICI 2050 La plus vulnérable

Teavaro Haapiti Afareitu Current vulnerability Vulnerability trajectory

ÉCOLOGIQUE + SOCIAL



VULNÉRABILITÉ ÉCOLOGIQUE AUGMENTE SANS HÉTÉROGÉNIÉTÉ SPATIALE

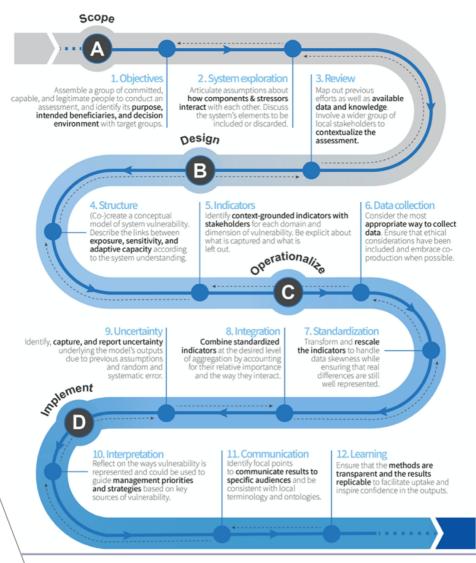


DIFFÉRENCE DANS LA
VULNÉRABILITÉ SOCIALE OÙ
PAOPAO DEVIENT PLUS
VULNERABLE QUE PAPETOAI

SYNTHÈSE & AIDE AUX GESTIONNAIRES

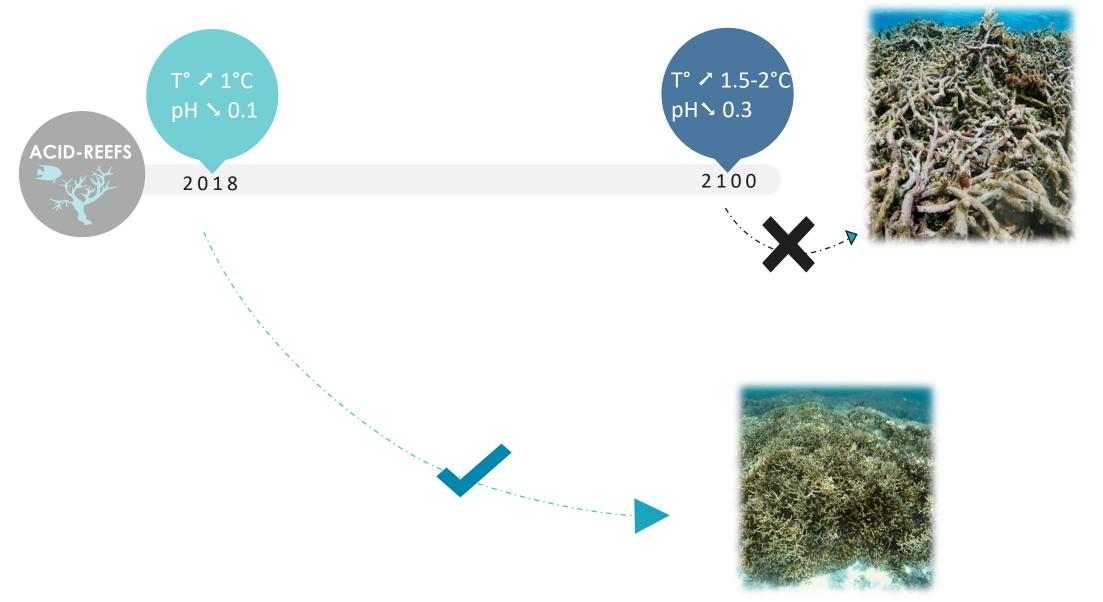
PROCESSUS EN 12 ÉTAPES



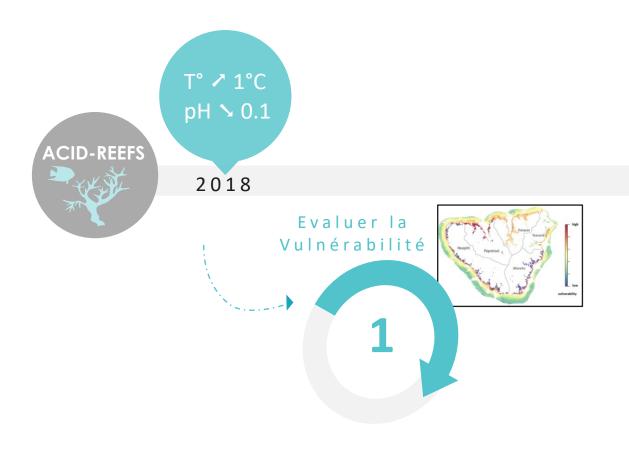




QUEL FUTUR POUR LES RÉCIFS?



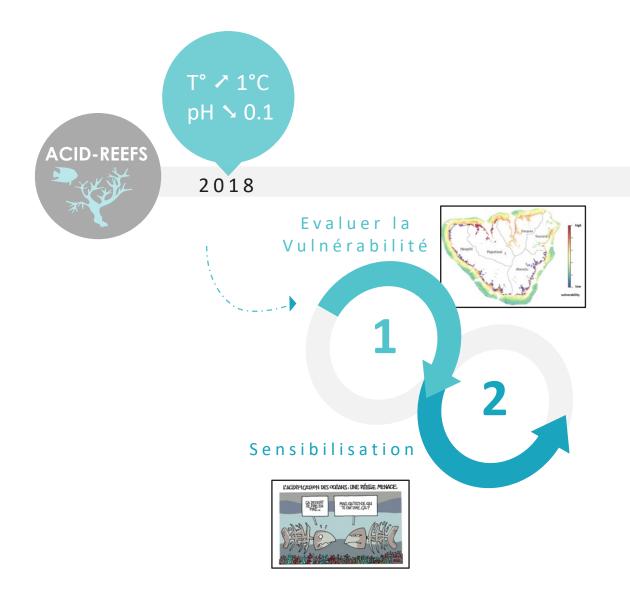
UN PLAN POUR LES RÉCIFS POLYNÉSIENS







UN PLAN POUR LES RÉCIFS POLYNÉSIENS









PERCEPTION DE L'AO SUR LES RÉCIFS CORALLIENS

15/10/19-15/04/20

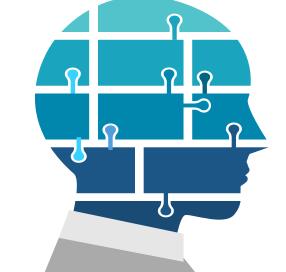
1041 réponses





"Citez un ou plusieurs facteurs naturels ou anthropiques menaçant la survie des récifs coralliens? »





79% COMMUNICATION

VIA INTERNET



CONSCIENCE DE LA MENACE SUR LES RÉCIFS MAIS PAS FORCÉMENT SUR LES ÉCOSYSTÈMES DE MÉTROPOLES



Implication dans de nombreux mouvements

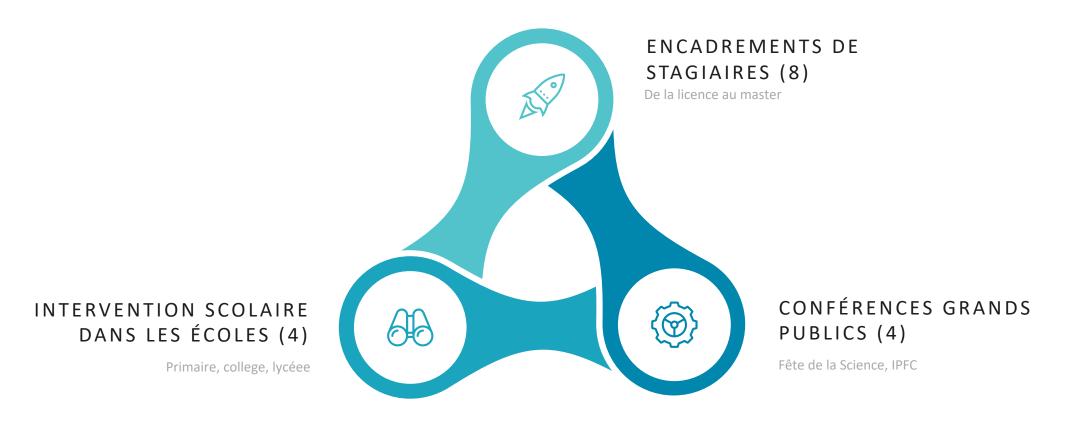




FAIBLE VOLONTÉ DE CHANGER

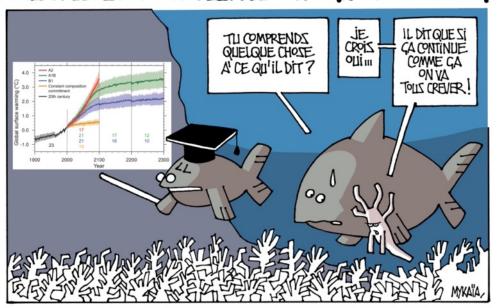
77% des personnes ont un ratio < 1: , moins de mesures par rapport au nombre qu'ils jugent obligatoires pour protéger durablement les récifs coralliens.

SOCIÉTÉ CIVILE: EDUCATION



GRAND PUBLIC: "VISION HUMORISTIQUE DES RÉCIFS"

LES CHERCHEURS ALERTENT SUR LES CHANGEMENTS CLIMATIQUES



ACIDIFICATION DES OCÉANS: FORTE ÉROSION DES BARRIÈRES DE CORALIX





Exposition dans les jardins du Fare Natura (Mo'orea, prevue le 20 novembre)

TABLE RONDE



25 personnes

Gestionnaires, scientifiques, associations, société civile



PRÉSENTATION ET GROUPE DE TRAVAIL

Partage de connaissance et réflexion commune

Organisée par

Table ronde

L'Acidification des Océans et les Récifs Coralliens

Qu'est-ce que l'acidification de l'océan et en quoi est-ce important Que peut-il arriver dans le futur?

Quelles actions en Polynésie

Beaucoup de questions...

1 journée pour tenter d'y répondre ensemble!!

Scientifiques, gestionnaires public, associations...
Table ronde proposée à tous!

25 octobre 2019





Sur inscription uniquement, nombre de places limitées.

Contactez-nous avant le 23 octobre 2019

Rencontres organisées par Laetitia Hédouin (CNRS-CRIOBE) Biologiste marin et

Marc Métian
Spécialiste en aquaculture et sur
l'acidification des océans



MÉDIA

Interview TV et journaux locaux



SUITE

Discussion d'un plan d'action pour les récifs

Renseignements et inscription : laetitia.hedouin@criobe.pf | criobe@mail.pf | 40 56 13 45







Etat du récif

- ID espèces coralliennes résilientes/ refuge climatique

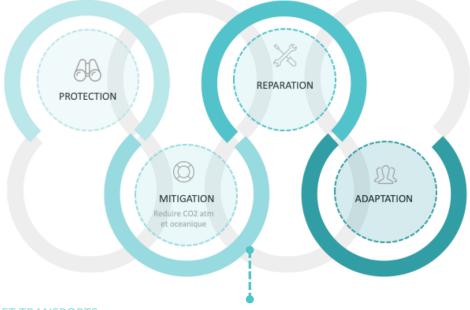
CONSERVATION

- Refuges écologiques
- bateaux
- coraux

ECONOMIE

• Evaluer le capital bleu de PF

Gérance autochtone



ENERGIES ET TRANSPORTS

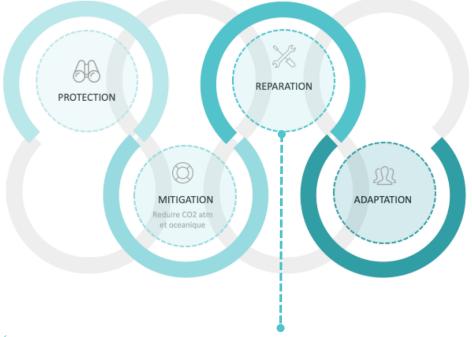
- Energies renouvelables (Hydrogène, solaire)
- Réduction de CO₂ pour la puissance, chaleur et transport SEQUESTRATION DU CO₂ ET LIMITER LE RÉCHAUFFEMENT
- Protéger la végétation native
- Phytoremédiation par les mangroves et algues
- Géo-ingéniorie marine (fertilisation de l'océan, ajout des matériaux alcalins pour absorber le CO₂ de l'océan, Éclaircissement des nuages et amélioration de l'albédo de surface)

TAXATION

- Utiliser le carbone bleu comme activité de réduction de carbone
- Taxation carbone ou subventions pour énergies renouvelables
- Systèmes d'échange de droit d'émmission (allocation de quota)

MEILLEURES PRATIQUES

Mitigation des risques au travers de permis et « best practice »

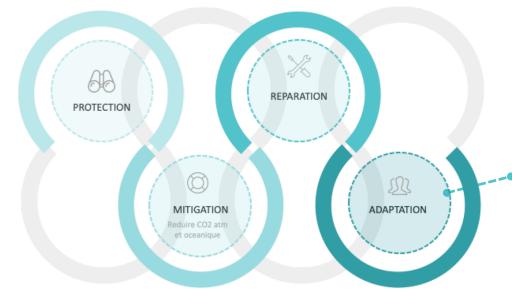


RECHERCHES & DÉVELOPPEMENT

- Améliorer la recherche sur l'ingénieurie écologique et résilience des coraux
- Développement de supports artificiels pour créer de nouveaux habitats
- Tester les actions de restauration assistée à grande échelle
- Passer de la preuve de concept en laboratoire aux tests in situ sur l'évolution et la restauration assistée: augmenter la thermotolérance des coraux et leur implantation et survie ultérieure

RESTAURER

Mangroves et fôrets



DÉVELOPPEMENT DURABLE

- Réduire la pêche non durable et illégale (surpêche) et la pêche des herbivores
- Remplacement de secteurs négatifs (extraction) par des activités positives (écotourisme)
- Réseau de communautés durables

TOURISME DURABLE

• Régulation du tourisme et éco-tourisme;

SANTÉ ET BIEN-ÊTRE

- Communication, sensibilisation de la société civile et politique
- Incorporer dans l'AO dans le programme éducationnel
- Sciences participatives
- Changer les modes d'alimentation

INFRASTRUCTURES

- Protection face à l'élévation du niveau de la mer (construction sur pilotis ou maisons flottantes), maisons bioclimatiques
- Relocalisation des populations

POLITIQUES

• Plan d'actions face au désastre pour aider à faire face aux catastrophe au niveau écologique et social

ECONOMIQUE

 Adaptation des secteurs dépendant du récif et ID de la vulnérabilité des secteurs et communautés; (2) Diversification des activités pour limiter les pressions sur le récif et promouvoir l'appartenance, et préservation des récifs

ACID REEFS

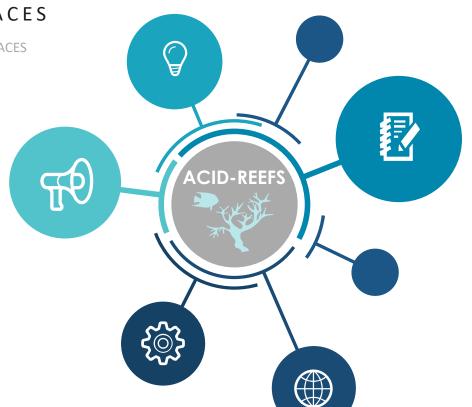
UNE VISION NOUVELLE DU RÉCIF DE MO'OREA ET DE SES MENACES

TEMPORALITÉ DES MENACES

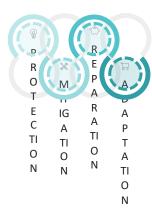
15 PARTENAIRES

FRABCE, EUROPE, INTERNATIONAL

3 PUBLICATIONS, 3 EN PRÉPARATION



UN PLAN D'ACTION



>19 ACTIONS DE COMMUNICATIONS

SCOLAIRE, GRAND PUBLIC, GESTIONNAIRES.

NOUVEAUX PRODUITS

BASE DE DONNÉES, EXPOSITION HUMORISTIQUE,
ORGANIGRAMME D'ÉVALUATION DE LA VULNÉRABILITÉ

ACIDIFICATION DES OCÉANS: LES BARRIÈRES RÉCIFALES RISQUENT DE CÉDER











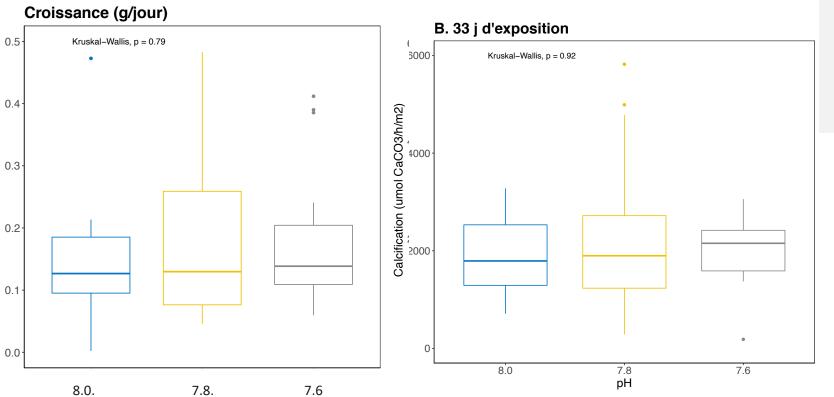








Acropora hyacinthus, 31 jours, 3 pH (pCO2)



Pas d'effe

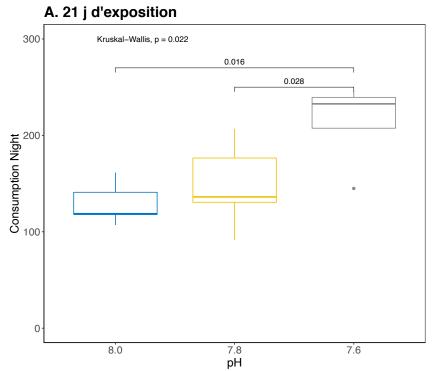
Pas d'effet sur la croissance

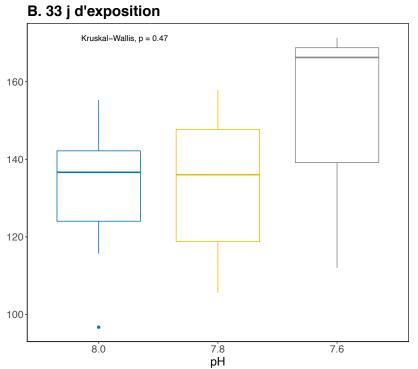
Pas d'effet sur la calcification

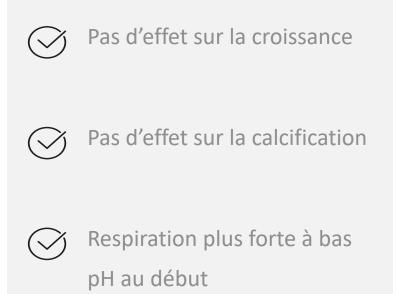
~ Comeau et al 2013, Erez et al 2011



Acropora hyacinthus, 31 jours, 3 pH (pCO2)









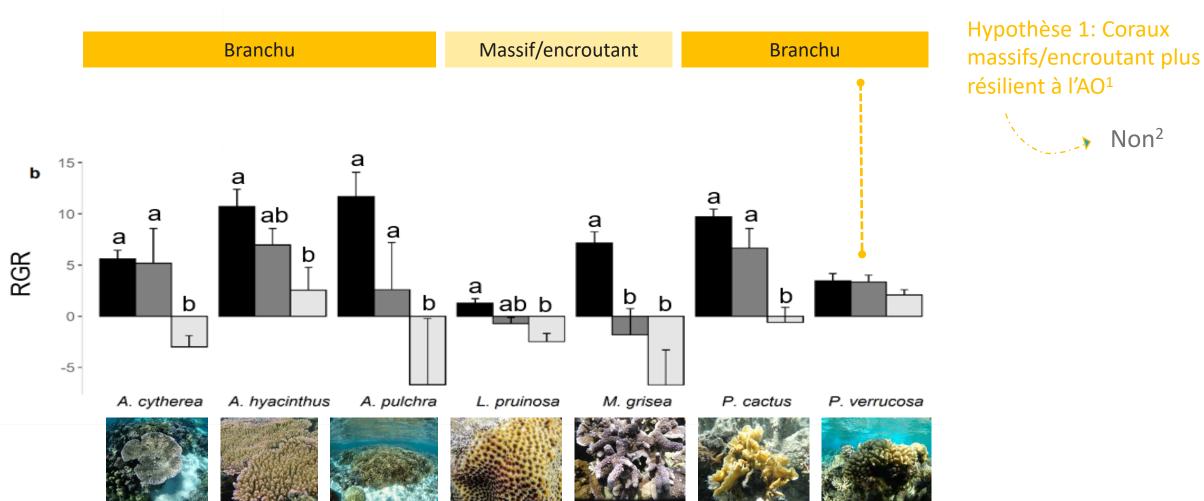
Acropora hyacinthus, 31 jours, 3 pH (pCO2)

- Corrobore l'hypothèse de Jokiel et al 2011: les coraux à squelettes perforés sont moins sensibles à l'AO
- En opposition avec celle de Comeau et al 2014: les coraux à croissance rapide sont plus sensibles à l'AO

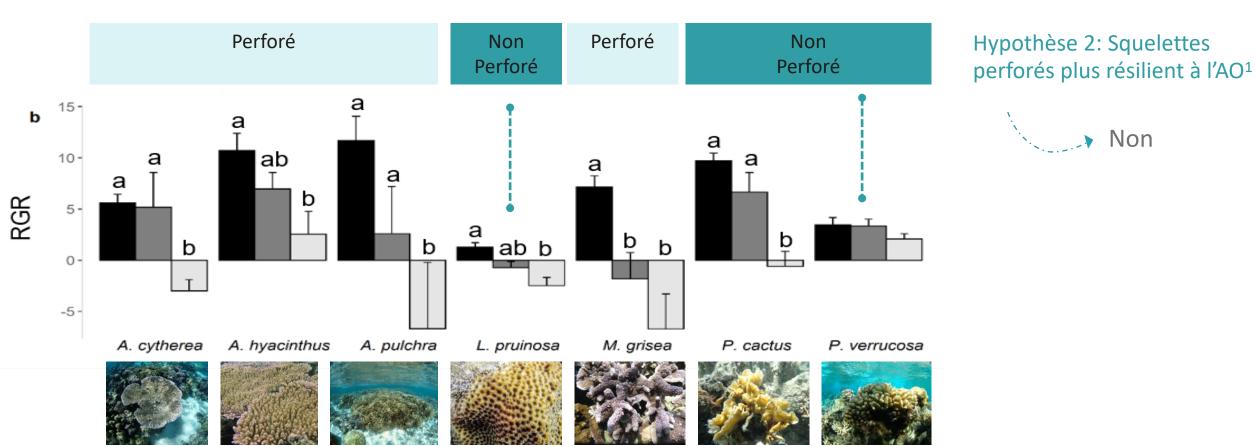




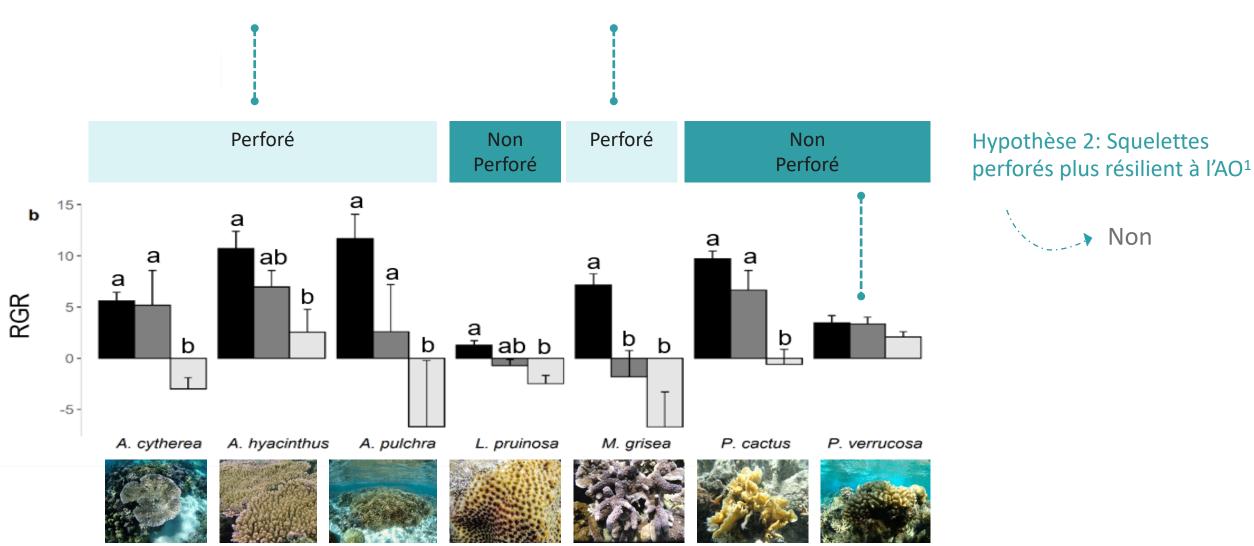
Respiration plus forte à bas pH au début



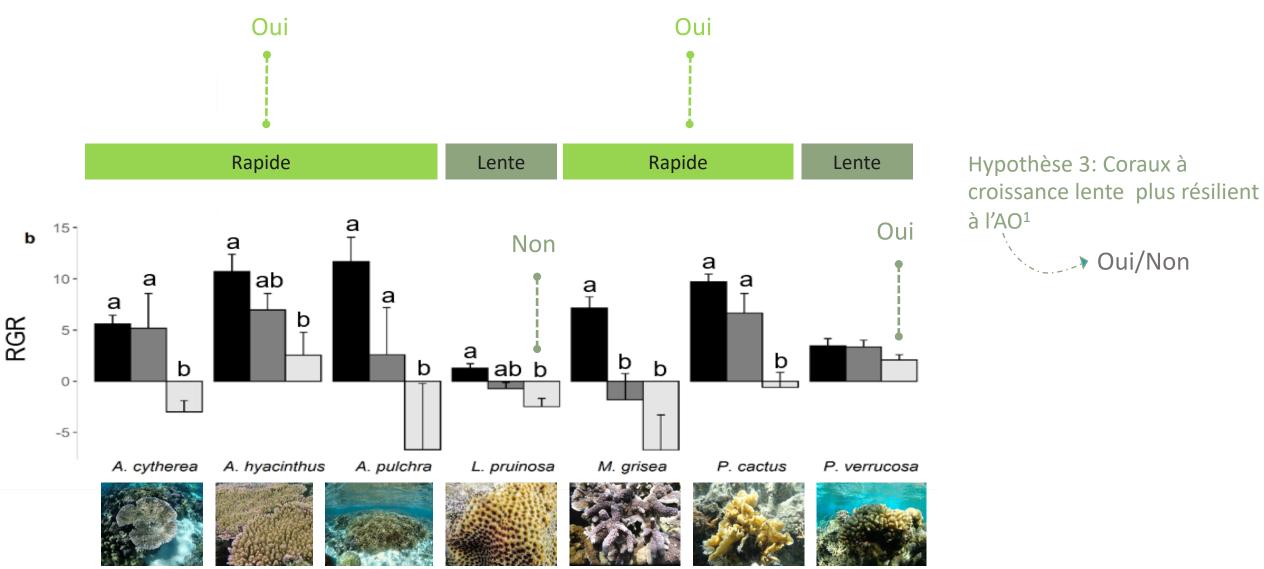
¹ Jokiel et al 2011; ² Comeau et al 2014



¹ Jokiel et al 2011; ² Comeau et al 2014



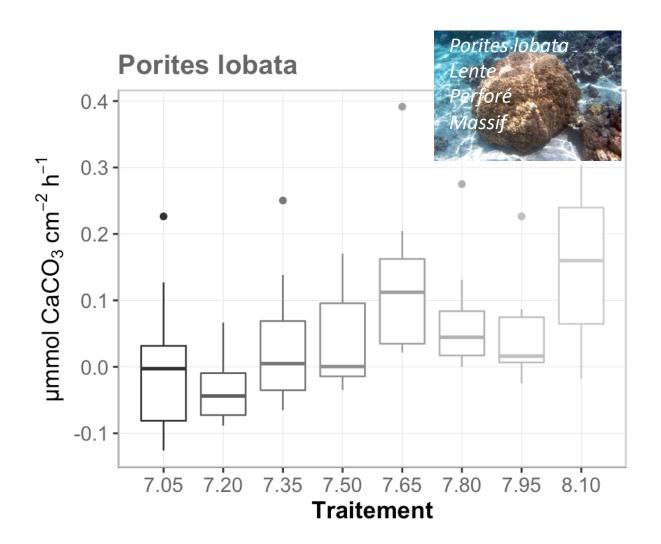
¹ Jokiel et al 2011; ² Comeau et al 2014



¹ Jokiel et al 2011 Godefroid et al 2021

RÉPONSE DES CORAUX À L'AO: "Tipping points"

Pas de « Tipping point » clairement établi, mais une décroissance marquée à partir de 7.5



EFFET SUR LE SQUELETTE

