



Écloserie naturelle *Kawana*, réserve naturelle de l'Amana, Awala Yalimapo

Rapport n°2, février 2024



association Kwata, 2024

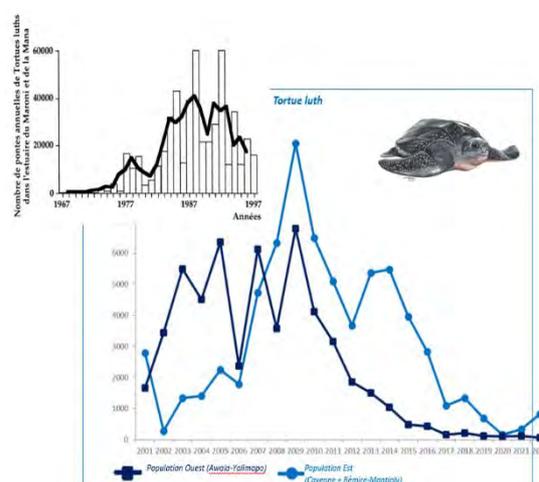


Rappel de la justification du projet

Etat de la situation des luths dans l'Atlantique et à Awala

La tortue luth est considérée comme vulnérable à l'échelle mondiale, clairement en déclin. Cette espèce a une dynamique de population cyclique, et un fonctionnement bien connu en "îlots de population" ¹ avec des phases successives de colonisation et d'abandon des sites de pontes. Cette dynamique cyclique a compliqué l'évaluation des statuts. Toutefois, la situation depuis vingt ans a radicalement changé : tous les sites de ponte en Atlantique connaissent désormais des diminutions drastiques, avec une baisse globale de l'ordre de 60 % des effectifs reproducteurs de l'espèce ². Les causes sont multiples, à tous les stades de vie, à terre comme en mer, et à toutes les échelles : érosion littorale accélérée détruisant les nids³, prédation canine détruisant œufs et émergences, braconnage des œufs et des adultes, changements globaux impactant l'abondance et la distribution des ressources alimentaires, captures accidentelles.

En Guyane, en dépit d'un plan de restauration (2007-2012), d'un plan national d'action (2014-2023), d'une réserve naturelle nationale, la situation des tortues luths est devenue particulièrement critique ⁴. Dans l'ouest, les chiffres d'activité de ponte, sur l'une des populations les mieux étudiées au monde, sont alarmants, avec une perte de plus de 95 % des nids pondus depuis 20 ans. Sur une échelle de temps plus large, la décroissance est plus spectaculaire encore, avec des estimations de 12 000 à 18 000 femelles fréquentant tous les ans ces sites de ponte dans les années 70 ⁵ à une vingtaine en 2022, une trentaine en 2023.



Etat des menaces sur la plage, très court terme

Le Plan National d'Action Tortues Marines en Guyane a démultiplié les moyens d'actions et coordonné les projets des différents acteurs de terrain, mais n'a pas enrayé toutes les menaces, ni tendances des deux dernières décennies. Dans l'ouest guyanais sur le territoire de la Réserve Naturelle Nationale de l'Amama (RNNA), créée notamment pour la préservation des tortues marines, les menaces sur les nids et les émergences sur la population de tortues luths, historiquement l'une des plus grosses au monde,

1. Molfetti et coll. 2013. Recent demographic history and present fine scale structure in the Northwest Atlantic leatherback (*Dermochelys coriacea*) turtle population. *Plos One* 8(3): e58061.
2. Northwest Atlantic Leatherback Working Group. 2018. Northwest Atlantic Leatherback Turtle (*Dermochelys coriacea*) Status Assessment (Bryan Wallace and Karen Eckert, Compilers and Editors). Conservation Science Partners and the Wider Caribbean Sea Turtle Conservation Network (WIDECAS). WIDECAS Technical Report No. 16. Godfrey, Illinois. 36 pp
- ³ Chevallier D. et coll. 2023. Beach erosion aggravates the drastic decline in marine turtle populations in French Guiana. *Regional Environmental Change* 23:116
4. Ecket & Hart 2022. Precipitous declines in Caribbean leatherbacks. SWOT Report 17
5. Fretey & Lescure . 1998. Les tortues marines en Guyane française : bilan de vingt ans de recherche et de conservation. *JATBA* 40 219-238.



ne sont pas contrôlées. Chaque année, le cumul de la prédation canine, du braconnage et de l'érosion cause en moyenne la destruction de 45 à 60 % des nids.

les acteurs du Plan National d'Action ont unanimement proposé en novembre 2022 la mise en place d'une éclosérie naturelle à Awala-Yalimapo. L'objectif est de préserver les désormais rares nids de tortues luths, afin de les soustraire aux menaces locales, permettant d'augmenter les taux de survie (essentiellement des œufs et potentiellement des émergences), et ainsi espérer augmenter les chances d'obtenir des adultes féconds, qui pourront à terme participer à la survie de l'espèce.

Rappel du calendrier 2023

- 4 novembre 2022 : réunion des acteurs du Plan national d'actions et lancement de l'initiative.
- 15 novembre 2022 : présentation du projet en Conseil Scientifique Régional du Patrimoine Naturel, en séance plénière. Le Conseil a pris à l'unanimité une motion de plein soutien au projet, reconnaissant l'urgence de la situation et délibérant en faveur de la mise en place de l'éclosérie pour contrebalancer les pertes dues au braconnage et à la prédation canine sur les nids.
- 30 décembre 2022 : rencontre avec les chefs coutumiers, rencontre avec la Conservatrice de la Réserve naturelle de l'Amana.
- 03 et 18 février et 18 février 2023 : rencontres avec l'équipe de la réserve naturelle.
- 03 mars 2023 : passage du dossier en Conseil National de la Protection de la Nature.
- 14 mars 2023 : rencontre avec le Maire d'Awala Yalimapo.
- 16 mars 2023 : embauche de l'équipe
- 04 mai 2023 : inauguration par M. Berville, secrétaire d'Etat à la Mer.



Engagements financiers :

- DGTM le 02 mars 2023
- OFB le 29 mars 2023
- WWF le 13 avril 2023
- Fonds verts (pour les années 2024 à 2026) le 07 août 2023
- Initiative "les Supers Pouvoirs de l'Océan" (France Nature Environnement / France Nature Environnement) le 28 novembre 2023



Objectifs

Objectif primaire : sauvegarde de l'espèce et réappropriation des enjeux de conservation des luths

Les actions de sauvegarde consistent à soustraire les nids des principales menaces à terre : érosion, chiens, braconnage, pour augmenter les chances de survie des nids pondus à Awala.

Objectifs secondaires :

L'écloserie doit servir de support pour des activités pédagogiques, activités de découverte et de sensibilisation. Cette initiative a aussi pour ambition de contribuer à une meilleure appropriation des enjeux et des actions mises en œuvre pour la préservation des tortues marines dans l'Ouest de la Guyane.

Mise en œuvre

Zone d'accueil de l'écloserie

Le choix s'est porté sur l'extrémité Est de la plage, accessible depuis la Réserve. L'écloserie est composée d'un enclos et d'une structure légère (visible sur la photo ci-dessous, au centre), le tout conçu pour permettre un déplacement facile en cas de besoin (érosion, ...). En octobre 2023, l'enclos a été démonté, il sera reconstruit en mars 2024, 100m à l'Est du premier emplacement, sur un secteur qui n'a pas bougé.



Protocole détaillé du déplacement de nids

Le protocole a été construit sur la base des recommandations disponibles ^{6, 7, 8}.

1. Prélèvements

- le prélèvement se fait en phase de ponte uniquement : la tortue est repérée, l'équipe (3 personnes) la laisse se poser et creuser son nid. Les interventions ne sont pas faites si la ponte proprement dite a déjà commencé.
- dès la fin du creusement, deux personnes s'installent derrière, glissent un sac dans le trou, de manière à ce que les œufs soient lâchés dans le sac. Le sac est étanche, afin de garder les fluides éjectés avec les œufs. Une personne est en charge du comptage des œufs, et une est toujours un peu à l'écart pour informer le public éventuellement présent ou arrivant au moment de la ponte.
- dès les derniers œufs pondus, le sac est retiré doucement.
- le sac est amené immédiatement à l'écloserie, où d'autres membres de l'équipe auront préalablement préparé le trou qui servira à accueillir les œufs.
- le sac est déposé au fond du trou, le fond est ouvert, et le sac est remonté doucement : cela permet de garder l'ordre de pontes des œufs dans le nid.
- toutes les manipulations sont faites avec des gants, et un masque chirurgical. Le matériel non jetable (sac) est nettoyé après chaque manipulation.



2. Relâchers

Quelques jours avant la date programmée de l'émergence (55 jours après la ponte), un cylindre de grillage est posé sur le nid. Il permet de garder les émergences ensemble, afin de pouvoir les compter avant le relâcher.

⁶ Shanker et coll. 2003. Sea turtle conservation: beach management and hatchery programmes. COI – UNDP Project Manual, Center for herpetology, Madras Crocodile Bank Trust Mammalapuram; Tamil Nadu, India

⁷ Phillott & Shanker 2018. Best practices in sea turtle hatchery management for south Asia, *Indian Ocean Turtle Newsletter*

⁸ Martins et al. 2021. Hatchery efficiency for turtle conservation in Cabo Verde. *MethodsX* 8, 2021, 101518



De manière optimale, les relâchers se font le matin, le plus tôt possible, tous les animaux ensemble : toujours avec des gants, les émergences sont comptées, sorties de l'écloserie et posées en haut de plage. Ce moment peut être privilégié pour des animations et sensibilisations, l'organisation de ces moments ne doit toutefois, en aucun cas, se faire aux dépens des émergences les tortillons ne sont pas gardés ni manipulés dans l'attente des animations.



3. Vidages de nids

Une semaine après les dernières émergences, le nid est vidé. Tous les œufs sont ouverts afin de différencier les œufs non fécondés et les œufs fécondés, et dans ce cas les stades embryonnaires⁹.



Indicateurs de base

Deux taux de succès classiques ont été utilisés en 2023 :

- le taux de réussite d'éclosion : nombre d'œufs éclos / œufs pondus
- le taux de réussite d'émergence : nombre d'émergences / nombre d'œufs pondus

- **mesures des émergences** : longueur de la dossière, et largeur la plus large de la dossière. Des comparaisons sont faites entre les émergences issues de l'écloserie et celles issues de nids non déplacés, et entre les émergences d'Awala et celles de Cayenne.

⁹ Charles et coll.2023. Low reproductive success of leatherback turtles, *Dermochelys coriacea*, is due to high embryonic mortality. *Biological Conservation* 115: 131-138



Physico-chimie des coquilles

Lors des opérations de vidages des nids, des prélèvements de coquilles ont été faits, sur 3 œufs éclos, et sur 3 œufs non éclos, avec 3 fragments du même œuf. Des prélèvements de sable ont également été faits, à proximité immédiate du nid. Des coquilles de nids non déplacés ont aussi été prélevées, dans les mêmes conditions.

L'objectif était de pouvoir réaliser des analyses sur ces fragments de coquilles, afin de rechercher des traces d'éventuels polluants, des modifications chimiques notables, susceptibles d'expliquer les taux de mortalité. Deux méthodes d'analyses chimiques ont été utilisées : la spectrométrie infrarouge, qui caractérise les liaisons chimiques, et la microscopie électronique à balayage, qui fait une évaluation semi-quantitative des éléments chimiques.

Résultats

Nids déplacés

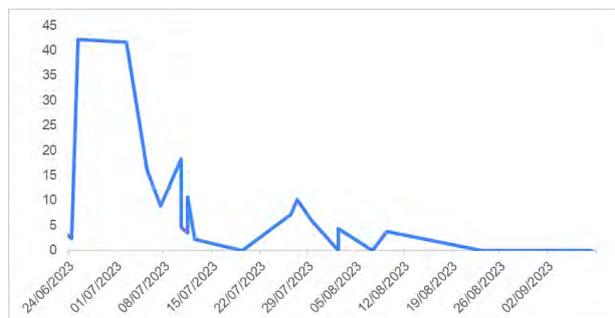
26 nids de luths ont été déplacés, entre le 24 avril et le 08 juillet 2023. Le nombre moyen d'œufs fertiles par nid était de 83, avec quelques pontes très peu importantes dont 3 avec moins de 30 œufs fertiles.

Taux de succès :

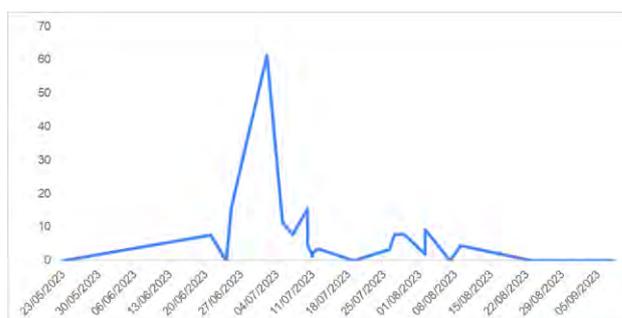
	moyenne	Ecart-type	min	max
Nombre d'œufs / nid	83	31	23	131
Succès émergence	7,2	11,4	0	42
Succès éclosion	9,17	12,4	0	45

Nombre et dates de nids déplacés

Le taux de succès moyen à l'émergence est inférieur à 10%, globalement faible, avec une baisse très prononcée au fur et à mesure de l'avancée de la saison (courbe de gauche ci-dessous). Le taux de succès à l'éclosion suit le même patron. Le taux de mortalité embryonnaire (nombre d'œufs non éclos contenant un embryon, quelque soit le stade / nombre d'œufs fertiles pondus) est de 6,5%, mais avec une très grosse hétérogénéité, et une tendance à la diminution (courbe de droite). En d'autres termes, cela signifie que, sur la seconde partie de saison, aucun développement embryonnaire ne s'est fait.



Taux de succès à l'émergence, par nid (selon la date d'émergence)



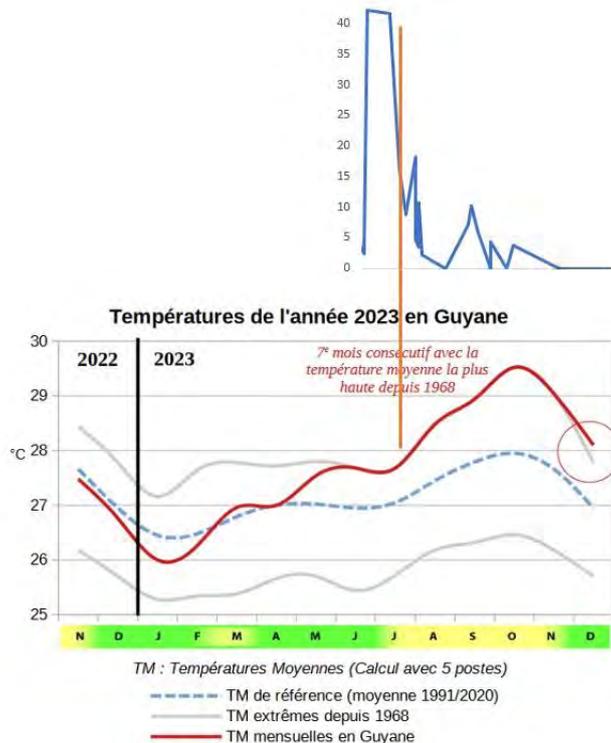
Taux de mortalité embryonnaire, par nid



Les taux de succès à l'émergence sont très variables chez les tortues luths. Ils se situent, avec une variabilité par femelle, par site, par plage, par bassin océanique, entre 30 et 70%^{10 11}. Les taux de cette première année ont ainsi été très bas. Le suivi des nids non déplacés a montré des taux de mortalités embryonnaires également très importants. Il a aussi été noté par les équipes, aussi bien à Awala qu'à Cayenne, que les émergences de tortues luths ont été particulièrement rares cette année, en dépit, notamment sur Cayenne, d'une très nette reprise de l'activité de ponte.

La saison 2023 s'est caractérisée par une phase El Nino très marquée, avec un déficit hydrique important et des températures élevées.

Cette année météorologique exceptionnelle a pu jouer un rôle majeur sur la mortalité et le développement embryonnaire¹². La figure ci-contre montre les anomalies de température en Guyane en 2023, et le taux de succès des nids : les deux courbes montrent un très net décrochage au mois de juillet.



Morphométrie

Les tailles d'émergences de tortues luths sont généralement entre 58 et 62mm¹³. Plusieurs émergences ont été mesurées, montrent des individus dans la fourchette basse (moyenne = 58,5). De nombreuses déformations ont été observées : dossière bossue, rétrécissement au milieu du corps.



Déformations observées à Awala et à Cayenne, à une fréquence nettement plus forte (quoique non quantifiée) que les années précédentes

¹⁰ Bell et coll. 2003. Low reproductive success of leatherback turtles, *Dermochelys coriacea*, is due to high embryonic mortality. *Biological Conservation* 115: 131-138

¹¹ Choi et coll. 2020. Leatherback Sea Turtle (*Dermochelys coriacea*) embryo and hatchling pathology in Grenada, with comparison to St. Kitts. *Chelonian Conservation and Biology*, 19(1): 111-12

¹² Tomillo et coll. 2015. Global analysis of the effect of local climate on the hatchling output of leatherback turtles. *Scientific Reports* 5:16789.

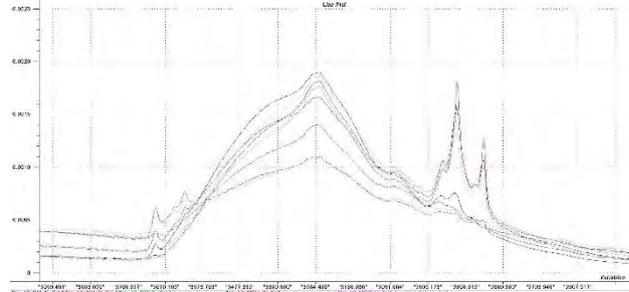
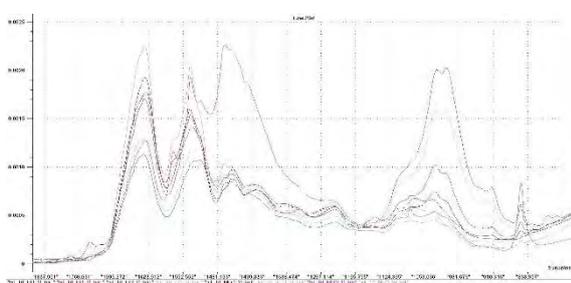
¹³ Hirth. 1980. Some aspects of the nesting behavior and reproductive biology of sea turtles. *Amer Zool* 20 : 507-523



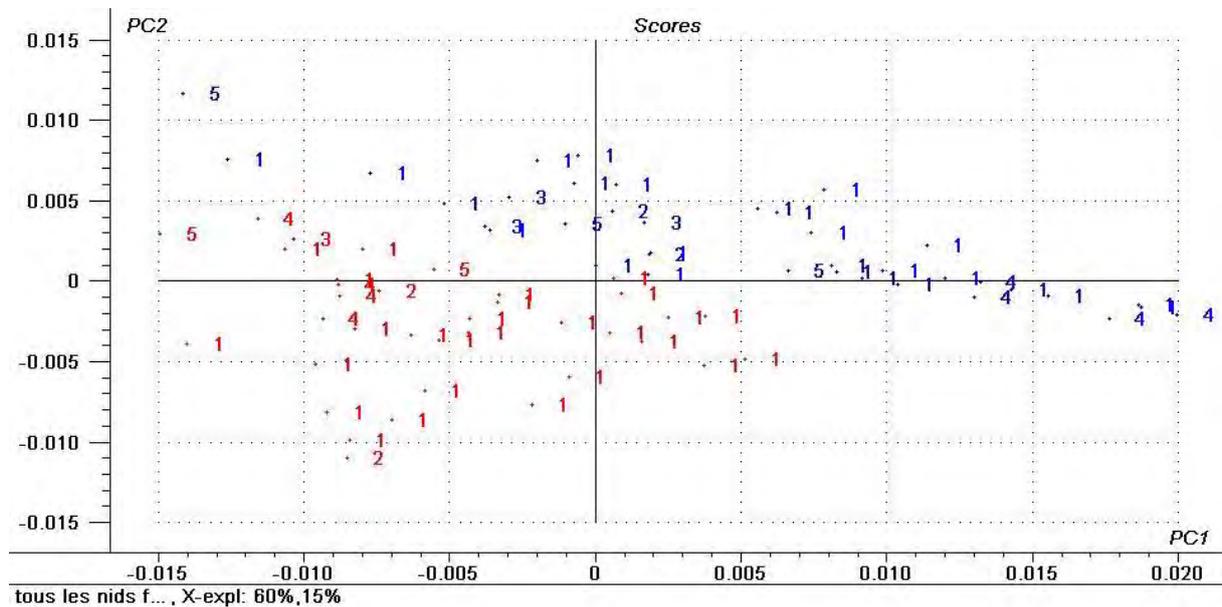
Physico-chimie des coquilles

1. Analyses en infrarouge

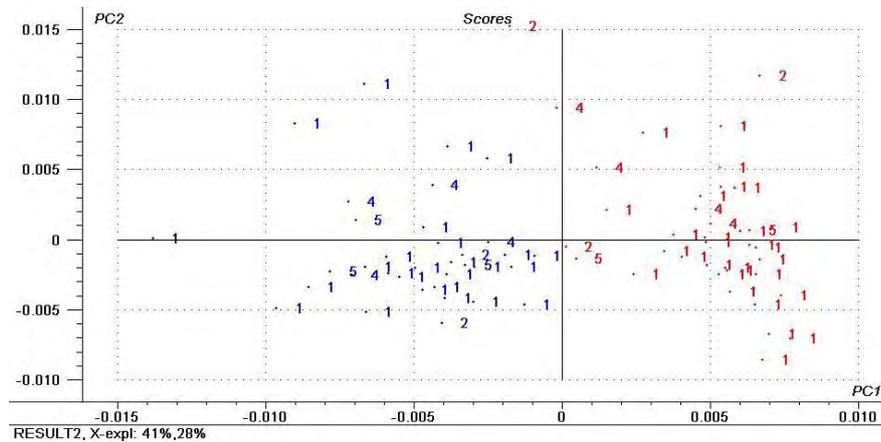
Les analyses sont faites en considérant, pour chaque échantillon, les différents pics d'absorption de l'infrarouge, et leur intensité :



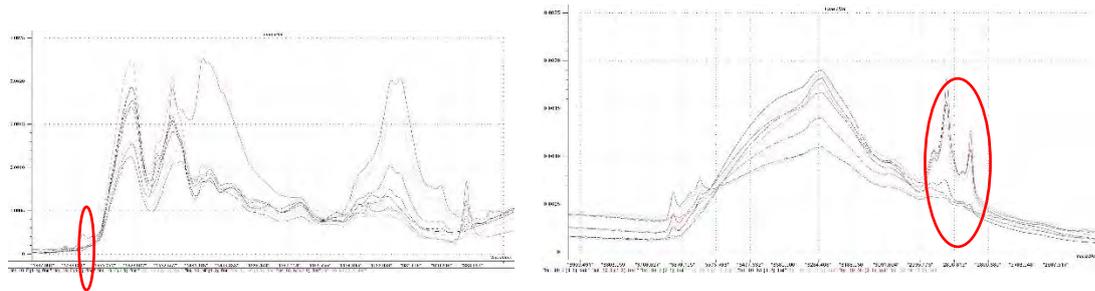
Ces intensités sont, pour chaque échantillon, autant de variables descriptives qui peuvent être étudiées en analyse en composantes principales. Dans le premier graphe, sont montrés tous les nids (ceux issus de l'écloserie et des œufs issus de nids témoins en dehors de l'écloserie, donc non déplacés ni manipulés), après l'analyse de leur face externe. Les œufs éclos sont en bleu, les non éclos en rouge. Les chiffres indiquent la localisation des nids (1=écloserie, 2-5 = les nids de la plage).



Le second graphe montre les mêmes analyses faites sur la face interne :



Une analyse plus fine des spectres montre bien deux régions dans le spectre d'analyse qui séparent les œufs éclos des œufs non éclos

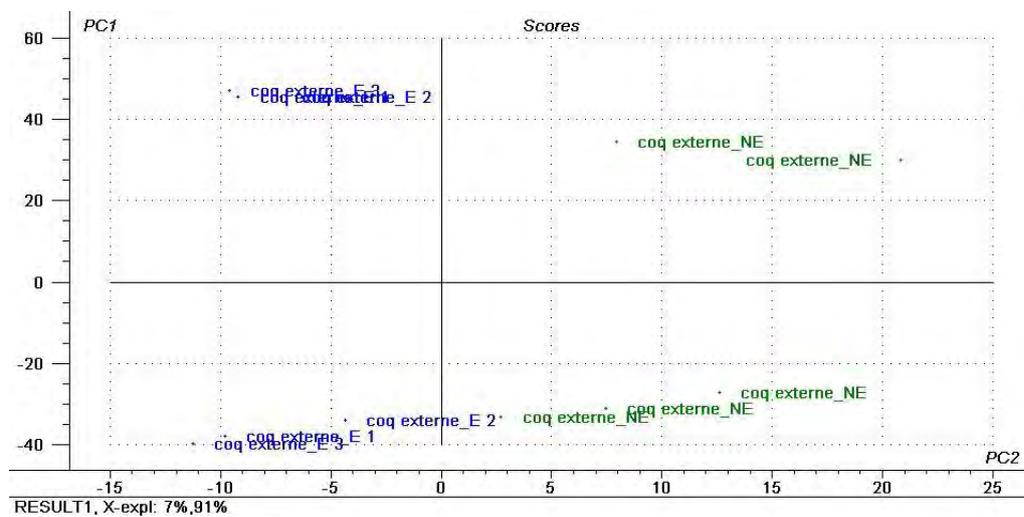
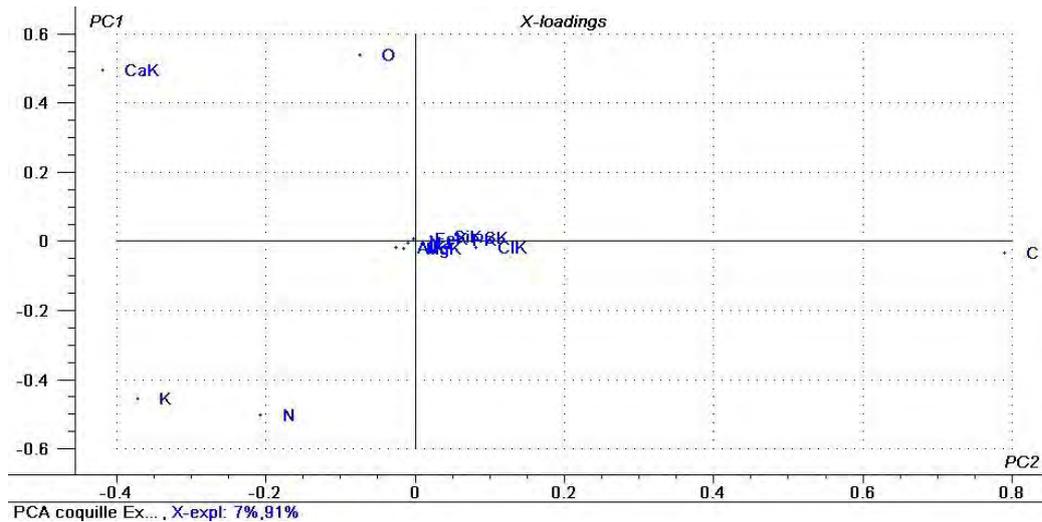


2. Microscopie Electronique à Balayage

A la différence de la spectrométrie IR, la MEB permet une semi-quantification des éléments. Une analyse en composantes principales, sur la face extérieure de coquilles, est montrée dans les deux figures suivantes. La première figure montre la distribution des abondances des éléments dans un espace statistique contraint à 2 dimensions, et la seconde figure montre la position de chaque nid dans cet espace.

Les œufs non éclos sont bien à l'opposé des œufs éclos, les différences étant expliquées par le Carbone (C) sur la figure, et dans une moindre mesure par le calcium (Ca), le potassium (K) et l'azote (N). Les œufs sont ensuite séparés sur l'axe vertical, certains plus riches en Ca et en oxygène (O), d'autres plus riches en azote et potassium. Cette séparation n'est pas expliquée par des facteurs de variation identifiés (intérieur ou extérieur éclosion, localisation du nid sur la plage, date de ponte, taux de succès moyen du nid ...). Il peut s'agir de variabilités individuelles, selon le régime alimentaire des tortues.





Une analyse sur quelques éléments traces montre la présence d'aluminium dans les œufs, mais sans que cela ne soit trouvé davantage dans une catégorie d'œufs (éclos ou non éclos). En revanche, des traces de phosphate sont trouvés dans les œufs non éclos, et les phosphates sont connus pour avoir une certaine toxicité¹⁴. L'origine de ces phosphates est inconnue, à ce stade de l'étude.

¹⁴ Razzaque, M. S. (2011). Phosphate toxicity: new insights into an old problem. *Clinical science*, 120(3), 91-97.



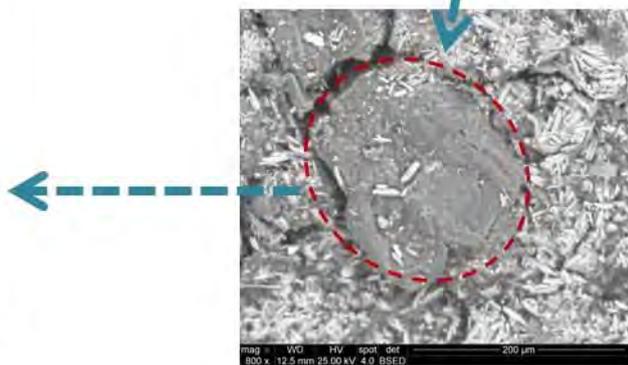
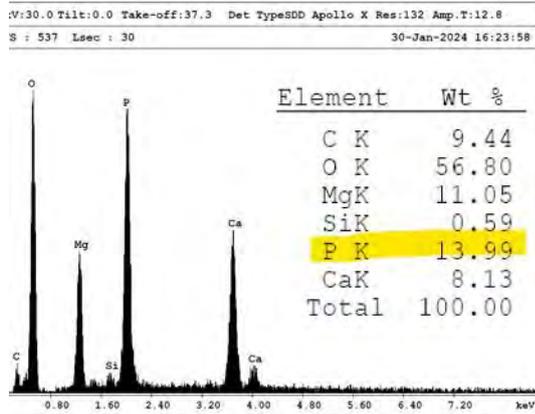
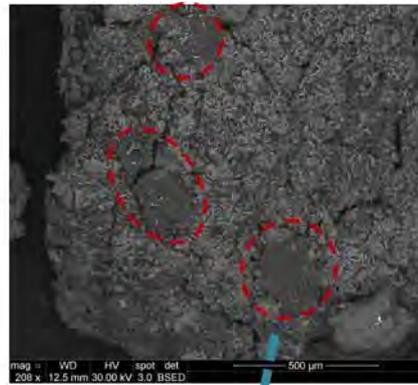
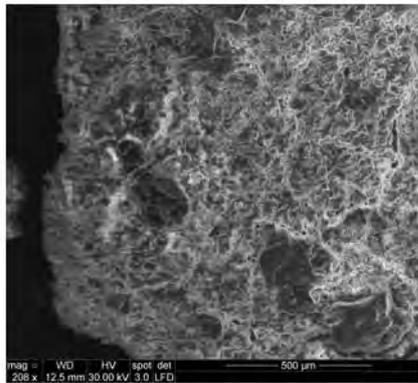
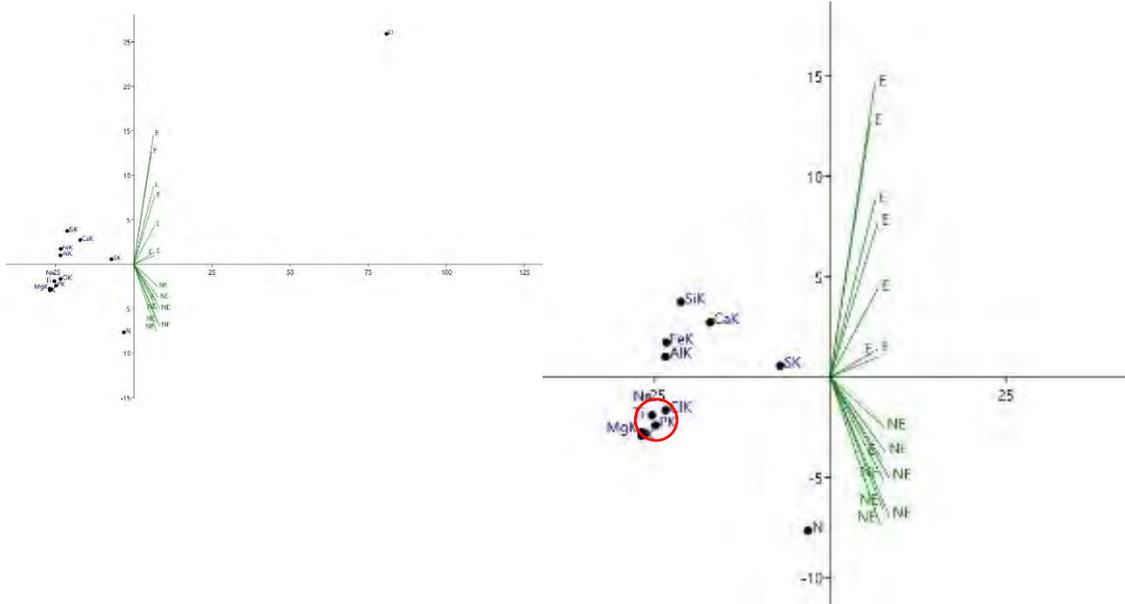


Photo en microscopie électronique montrant le phosphate, en face interne des oeufs

Toutes les analyses chimiques ont été faites avec M Y. Estevez (UMR EcoFoG), sur des machines localisées sur le campus de Kourou et l'Université de Guyane.



Discussion, améliorations et modifications pour la saison 2024

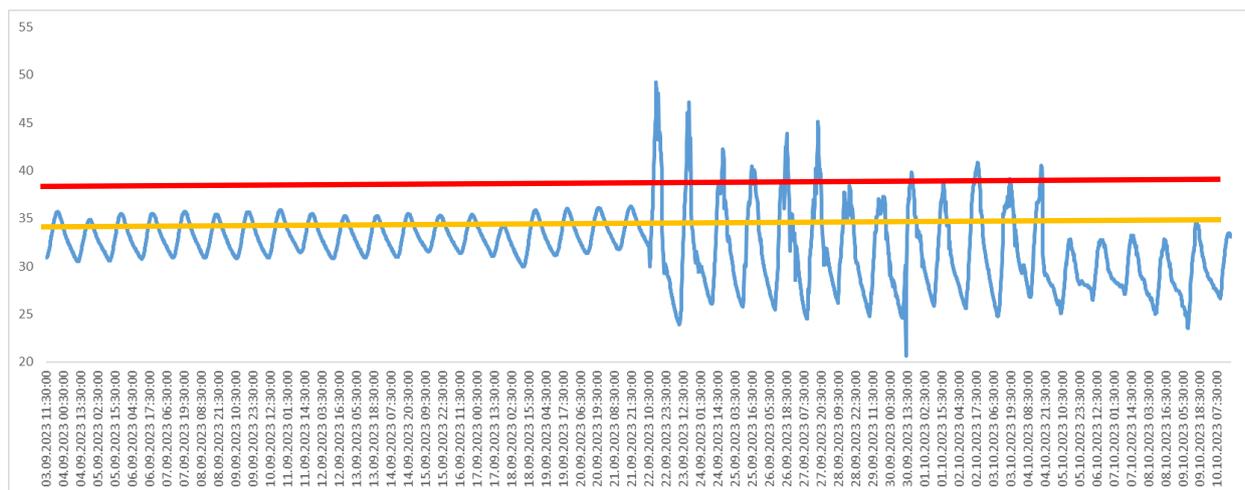
Le développement embryonnaire peut être affecté par la porosité de la coquille ¹⁵, laquelle est sous l'influence de possibles carences, de températures trop élevées affectant les échanges gazeux, et encore de contaminations bactériennes. Enfin, les carences peuvent affecter très fortement les taux de survie des émergences ¹⁸.

Les profils définis sont comparables à la seule étude faite à ce sujet, en Malaisie ¹⁶. Les différences notées entre les œufs éclos et non éclos suivent les profils physiologiques connus des œufs ¹⁵, avec la consommation et la production d'éléments au fur et à mesure de la croissance de l'embryon. Les différences observées dans les œufs non éclos correspondraient à des différences dans la date de la mort embryonnaire, ces échanges chimiques étaient alors stoppés plus ou moins tôt.

Les analyses chimiques n'ont pas, à ce stade, permis d'identifier de facteurs de mortalité embryonnaires dans les coquilles. Les différences apparaissent comme les conséquences de la mort embryonnaire, non comme les causes.

Les analyses chimiques valident le fait que les manipulations n'impactent pas la composition et la structure de la coquille, puisque les œufs de l'écloserie et les œufs de l'extérieur ne sont pas différenciés.

Ces causes sont à rechercher au strict impact du stress induit par la chaleur ¹⁷. A Awala, les mesures de température n'ont été faites que tardivement, de fin août à fin septembre. A 20cm sous la surface du sable, la température moyenne a été de 32,2°, et l'augmentation brutale fin septembre a été notée sur deux sondes, indépendantes et non connectées entre elles.



¹⁵ Garrett et coll. 2010. Variations in Leatherback turtle nest environments: consequences for hatching success. *Endangered Species Research* 11:147-155.

¹⁶ Chan, E. H., & Solomon, S. E. (1989). The structure and function of the eggshell of the leatherback turtle (*Dermochelys coriacea*) from Malaysia, with notes on attached fungal forms. *Animal Technology*, 40(2), 91-102.

¹⁷ Hall, J. M., & Sun, B. J. (2021). Heat tolerance of reptile embryos: Current knowledge, methodological considerations, and future directions. *Journal of Experimental Zoology Part A: Ecological and Integrative Physiology*, 335(1), 45-58.



Les seuils de tolérance à la chaleur varient selon les espèces ¹⁷. Ce seuil n'est pas connu précisément pour la tortue luth ; la tolérance des embryons à la chaleur chronique est en moyenne de 33°C chez les tortues, variant de 31°C à 36°C. Cette température est définie comme celle qui, continue, entraîne 50% de mortalité. Cette température a clairement été atteinte sur la seconde partie de saison (trait orange). La tolérance à la chaleur aigue (un seul épisode de chaleur suffit pour entraîner 50% de mortalité) se situe entre 38°C et 45°C, elle est également largement dépassée en fin de saison (trait rouge).

Si la saison 2024 s'annonce aussi chaude voire plus que la saison 2023, ce que les prévisions mondiales actuelles anticipent de manière claire et unanime, il est proposé une couverture totale ou partielle de la zone de l'enclos, afin de faire baisser les températures. D'autres initiatives encore plus interventionnistes essaient ailleurs de contrer ces hausses de température avec l'humidification du sable (notamment, le *WWF Cooling Turtle Project* en Australie).

Des sondes de températures et d'humidité (modèle Tinytag 2, Geminidataloggers) seront installées en surface, en haut de nid, et en fond de nid, et pourraient permettre d'anticiper le besoin de couverture, à l'approche des températures critiques mentionnées ci-dessus. Ces sondes pourraient pour certaines être mises en place avant que ne soient déplacés les premiers nids, afin que soit évaluée l'inertie thermique du sable, permettant de mieux anticiper les changements de température en profondeur.

Les protocoles de vidages des nids pourront être améliorés, avec notamment les repérages de stades de mortalité selon la position dans le nid, pour une corrélation avec les températures.

Autres actions pour la saison 2024

La deuxième année d'activité de l'écloserie doit voir la mise en place des activités de communication, sensibilisation, avec la création d'outils dédiés (mobilier, jeux, matériel pédagogique et d'information), et le renforcement et la formation des équipes à cette effet.

Le travail de conception a commencé, pour des produits qui devraient être mis en place dès la réouverture de l'écloserie en avril.

