



Étude des caractéristiques de sélection des substrats de ponte par *Iguana iguana* en milieu urbanisé en Martinique et développement de méthodologies de piégeage des pontes en nids artificiels.

DEAL Martinique

Nathalie DUPORGE

Baptiste ANGIN



Étude des caractéristiques de sélection des substrats de ponte par *Iguana iguana* en milieu urbanisé en Martinique et développement de méthodologies de piégeage des pontes en nids artificiels.

Novembre 2022.

Citation :

DUPORGE N. & ANGIN B., 2022 - Étude des caractéristiques de sélection des substrats de ponte par *Iguana iguana* en milieu urbanisé en Martinique et développement de méthodologies de piégeage des pontes en nids artificiels. DEAL Martinique, Nathalie DUPORGE, 44p.

Table des matières

Contexte	4
Matériel et méthode	10
Résultats	21
Effort d'échantillonnage.....	21
Observations des Iguanes.....	22
Utilisation des nids artificiels.....	26
Analyses et recommandations	28
Perturbations rencontrées	28
Evaluation des protocoles mis en œuvre	29
Analyse des résultats observés	31
Recommandations à envisager :	35
Bibliographie.....	37
Annexes	40
Annexe 1 : Planning de suivi.....	40
Annexe 2 : Fiches de relevés	41
Annexe 3 : BDD Relevés terrain.....	43
Annexe 4 : BDD Relevés pièges caméra	43
Annexe 5 : Fiche Modèle de Nid artificiel Iguane Commun	44

Liste des figures :

Figure 1 - Distribution prédite pour Iguana iguana sur le continent américain (A) et dans le bassin Caraïbe (B) (Falcon 2013).....	4
Figure 2 - Illustration d'un couple d'Iguanes communs (Iguana iguana).	5
Figure 3 - Photo d'un chien test à l'arrêt après avoir trouvé un œuf d'iguane encerclé en jaune (Krauss et al. 2014).	8
Figure 4 - Localisation des sites suivis pour l'étude	11
Figure 5 – Disposition es tas de substrats suivis à Batelière	13
Figure 6 - Disposition es tas de substrats suivis à La Cimenterie	13
Figure 7 - Pièges caméra COOLIFE 2,7K 20MP 940nm installés à la Cimenterie (a) et Batelière (b).....	14
Figure 8 - Implantation des pièges caméra C1 et C2 - Site de La Cimenterie.....	15
Figure 9 - Implantation des pièges caméra B1 et B2 - Site de Batelière	15
Figure 10 - Schéma de principe des nids artificiels testés durant l'étude.....	17
Figure 11 - Détails de conception des nids artificiels utilisés	18
Figure 12 – Exemple des nids implantés à Madiana (a), La poste (b), Batelière (c) et Cimenterie (d).....	19
Figure 13 - Exemple de thermomètre pour monitorer la température à l'intérieur des nids artificiels	20
Figure 14 - Carte d'emplacement et activité constatée sur les nids artificiels suivis	21
Figure 15 - Répartition hebdomadaire des données de suivi par piège caméra pour les sites de Batelière et de la Cimenterie.....	22
Figure 16 - Nombre hebdomadaire d'Iguanes Commun observés lors du Spot-sampling, des relevés terrain et suivi caméra des Substrats et Nids à la Cimenterie	23
Figure 17 - Nombre hebdomadaire d'Iguanes Commun observés lors du Spot-sampling, des relevés terrain et suivi caméra des Substrats et Nids à Batelière	23
Figure 18 - Nombre d'Iguanes Commun observé en spot-sampling en fonction de la distance aux substrats à la Cimenterie et à Batelière	24
Figure 19 - Nature des substrats utilisés pour les activités Iguane relevées en suivis terrain à la Cimenterie (n=6)	24
Figure 20 - Nombre d'observations piège-caméra hebdomadaires par espèces constatées - Site de la Cimenterie	25
Figure 21 - Nombre d'observations piège-caméra hebdomadaires par espèces constatées - Site de Batelière..	25
Figure 22 - Evolution du creusement du nid 1 La Poste - a.11/03/2022, b.15/03/2022, c.28/03/2022 et d.04/05/2022	26
Figure 23 - Aspect et repère de mesure des traces de creusement à l'intérieur du nid artificiel - La Poste	26
Figure 24 - Emplacement du Nid 2 Batelière le 21/02/2022 (a) et le 08/04/2022 (b)	27
Figure 25 – Intérieur Nid 2 avec creusement constatée le 08/04/2022 - Batelière.....	27
Figure 26 - Aspect et repère de mesure des traces de creusement à l'intérieur du nid artificiel - Batelière	27
Figure 27 - Images de piège-caméra de chiens errants sur et autour des substrats de l'étude	29
Figure 28 - Emplacement du micro-habitat suspecté pour les iguanes observés à Batelière – Vue de dessus....	32
Figure 29 - Emplacement du micro-habitat suspecté pour les iguanes observés à Batelière – Vue latérale	33
Figure 30 - Cliché du piège caméra B2 du 15/03/22 attestant de la position initiale du nid B2 et des axes de circulation principaux des iguanes observés dans le champ.....	34
Figure 31 - Cliché du piège caméra B2 le 18/03/22, attestant de la nouvelle position du nid B2 après manipulation externe, et des axes de circulation principaux des iguanes observés dans le champ.	34

Liste des tableaux :

Tableau 1 - Protocole général de l'étude en trois phases.....	10
Tableau 2 - Protocole de suivi des substrats de ponte pour Iguana iguana	12
Tableau 3 - Protocole de suivi des nids artificiels pour iguana iguana.....	16
Tableau 4 - Tableau récapitulatif du nombre de suivis des substrats par mois	21
Tableau 5 - Tableau récapitulatif du nombre de suivis des nids par mois	21

Contexte

L'iguane commun (*Iguana iguana* (Linnaeus, 1758)) est l'une des nombreuses espèces invasives très répandues en dehors de son aire de répartition originelle, notamment dans les territoires insulaires fragiles comme la caraïbe (Lazell 1973 ; Rivero 1998 ; Townsend et al. 2003 ; Krysko et al. 2007 ; Falcon et al. 2012). Ainsi, des petites îles comme les Iles Caïmans ont vu l'apparition brutale d'une population d'iguane conséquentes en quelques années. Ces populations d'iguanes introduites en Floride, à Porto Rico et dans d'autres îles des Caraïbes sont en augmentation, entraînant de graves conséquences économiques, sanitaires et écologiques. Le principal impact que cette espèce pose lorsqu'elle prolifère, est le surpâturage des espaces naturels, pouvant conduire à la dégradation d'habitat naturel à enjeux important de conservation. Cependant, elle est également à l'origine de perturbations d'envergures sur les activités humaines par la destruction de cultures, la perturbation des infrastructures publiques (réseau routier, aéroport, réseau électrique) et la santé humaine (Engeman et al. 2005, Krysko et al. 2007 ; Lopez-Torres et al. 2011 ; Guyomard et al., 2019). Enfin, elle menace également dans la Caraïbes les autres espèces d'Iguanidae avec lesquelles elle peut s'hybrider et conduire à leur disparition (Breuil 2002 ; Breuil et al. 2009 ; Vuillaume et al. 2015 ; Moss et al., 2018 ; Angin et al. 2020).

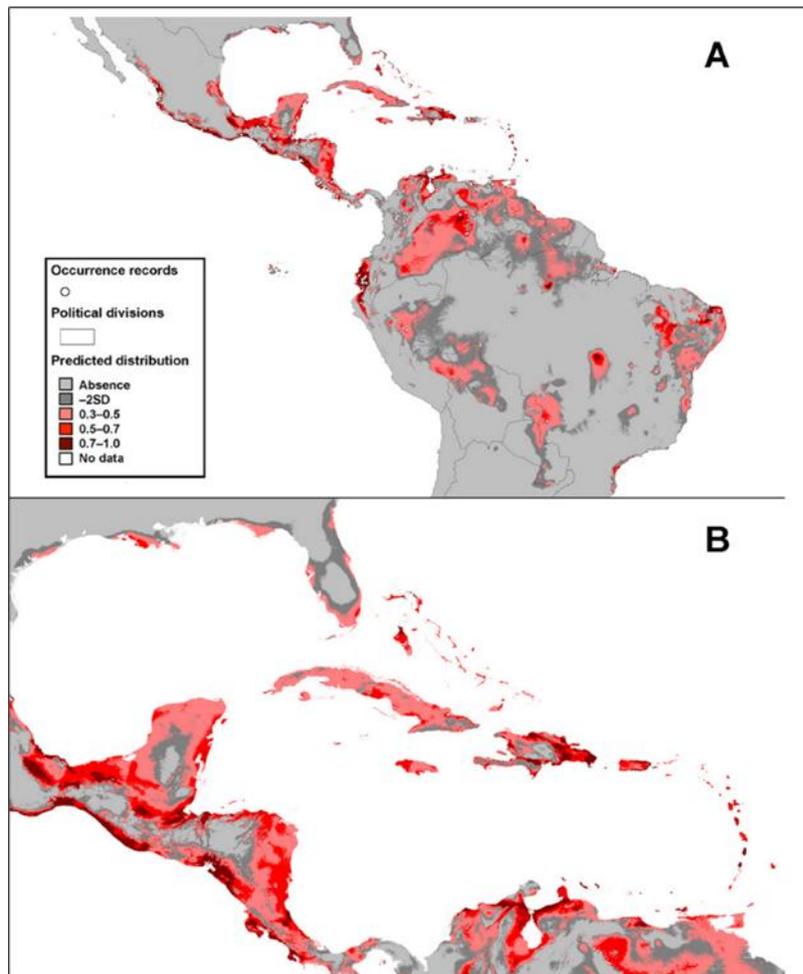


Figure 1 - Distribution prédite pour *Iguana iguana* sur le continent américain (A) et dans le bassin Caraïbe (B) (Falcon 2013)

La Martinique, Hotspot de biodiversité française, est ainsi fortement impactée depuis l'introduction de cette espèce sur notre territoire dans les années 1960. Au regard de son statut d'espèce allochtone introduite volontairement ou non par l'Homme, ayant un impact négatif sur le milieu naturel, *Iguana iguana* est aujourd'hui considéré comme Espèce Exotique Envahissante et caractérisé par le Plan National d'Action pour la conservation de l'iguane des Petites Antilles (Angin, 2018) comme la menace principale à la conservation à long terme de l'Iguane des Petites Antilles (*Iguana delicatissima*). Les dégradations matérielles couplées à l'hybridation avec l'iguane des petites Antilles (*Iguana delicatissima* (Linnaeus, 1758)) sont parmi les impacts les plus préoccupants de cette invasion, et le statut de l'espèce est désormais régulé par un cadre légal strict (arrêtés ministériels du 8 février 2018 et du 07 juillet 2020).

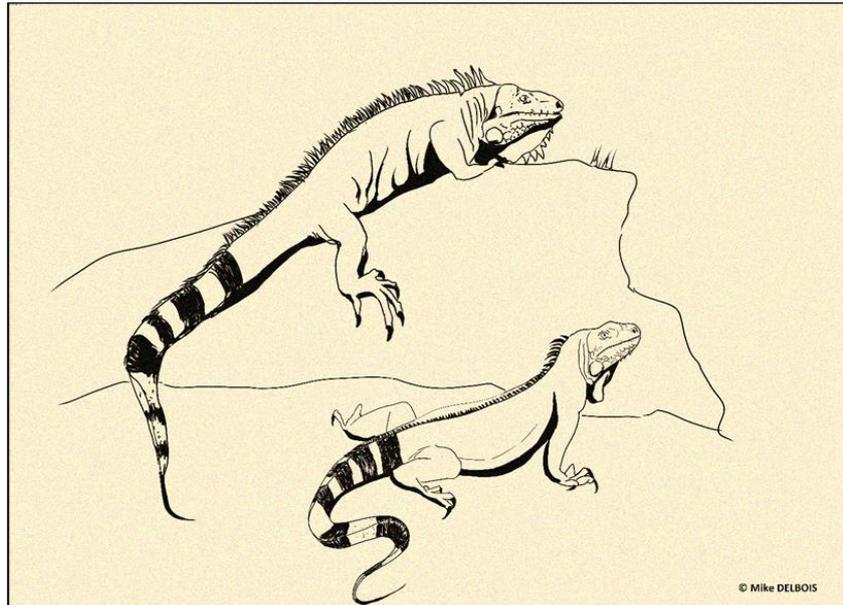


Figure 2 - Illustration d'un couple d'Iguanes communs (*Iguana iguana*).

Afin de lutter contre l'expansion de l'espèce sur le territoire martiniquais et contre la menace écologique, sanitaire et économique qu'elle représente, des dispositions de régulation ont été mises en œuvre dès 2013 avec un premier arrêté d'autorisation de capture et destruction pour diverses structures reconnues pertinentes pour cette tâche (arrêté 2013189-0013 du 06 juillet 2013). Des moyens supplémentaires visant à réguler la dispersion d'*Iguana iguana* sur le territoire Martiniquais ont ensuite été déployé avec l'adoption du Plan de Lutte Iguane Commun (PLIC, ARDOPS, 2019) et la possibilité d'élargir le nombre de personnes dûment formées et habilitées à la capture et destruction par l'arrêté R02-2019-08-22-001 du 22 Aout 2019.

Malgré l'arsenal légal à disposition pour réguler la dispersion des populations d'Iguanes communs, à ce jour, les diverses méthodes qui peuvent être employées présentent des limites dans leurs résultats ou champs d'application. On peut ainsi distinguer trois grandes catégories de méthodes de lutte :

- La lutte mécanique :

Méthode la plus utilisé, elle implique la capture et l'élimination directe des individus à la main, ou à l'aide d'outils. Les exemples incluent l'utilisation de pièges (non létaux), de nœuds coulants, ou de tirs (fusils à air comprimé, armes à feu). Cette méthode est adaptée à notre contexte, car tout type d'individus peut être retiré mécaniquement. Cependant, il s'agit d'une méthodologie réalisable uniquement sur de petites zones ciblées, car le rapport coût-efficacité peut être très faible.

Le principal avantage de cette méthode est sa grande spécificité et la probabilité extrêmement faible d'effets secondaires sur les espèces non ciblées. On regroupe par exemple l'utilisation :

- De projecteurs la nuit pour localiser les animaux (adultes ou juvéniles) endormis, puis l'utilisation d'un crochet pour abaisser les branches à portée de main pour attraper les iguanes à la main (Burghardt et Rand 1985)
- De pièges à collet (Kern 2004) et de pièges vivants (ex, Havahart traps, Woodstream Corporation, Lancaster, Pennsylvania, USA ; Tomahawk traps, Tomahawk Live Trap LLC, Hazelhurst, Wisconsin, USA) appâtés avec des fleurs ou des fruits
- De nœuds coulants avec une longue perche lorsque les iguanes se prélassent ou sont léthargiques à cause d'un temps exceptionnellement froid pendant la journée ou lorsqu'ils dorment la nuit (Krysko et al. 2007)
- ou encore l'utilisation de bateaux pour attraper les iguanes des arbres, en tendant parfois les filets pour attraper les individus qui sautent à l'eau en contrebas. Cette technique est d'ailleurs décrite comme particulièrement facile à utiliser dans les habitats qui sont relativement ouverts au niveau du sol (Hamilton et al. 2007)

Une très récente étude aux Bahamas et Florida Keys (Wasilewski et al. 2022) a été couronnée de succès avec plus de 22 678 iguanes capturés. Elle a ainsi combiné un ensemble de ces techniques de capture avec des perches télescopiques pour ceux dans les arbres, des captures de nuits pendant qu'ils dorment avec des pinces serpents, des drones quadricoptères télécommandés pour les faire tomber dans les filets et même simplement des captures à la main.

- La lutte chimique :

Elle consiste à utiliser des produits chimiques ou des médicaments pour détruire ou stériliser les individus de l'espèce ciblée. Trois problèmes principaux découlent de l'utilisation de substances chimiques : la sélection d'organismes résistants (ce qui est un problème majeur lorsque la population cible est un organisme qui évolue rapidement, comme c'est le cas de nombreux agents pathogènes (bactéries, champignons, insectes...)) ; le manque de spécificité qui implique que les espèces non ciblées peuvent subir des effets secondaires (notamment les consommateurs finaux comme les prédateurs (Newton et al. 1997, Shore et al. 1999, Hernández et Margalida 2008) ; et la possible rémanence de la substance dans l'écosystème traité, présentant un risque pour la santé humaine (Charlier & Plomteux 2001). Cependant, certains essais très ciblés de remplissage d'appâts avec de l'acétaminophène sur le serpent brun arboricole envahissant de Guam ont montré des résultats qui ont permis une sélection précise (Savarie et al. 2001 ; Mauldin et Savarie 2010).

- La Lutte biologique :

Ces méthodologies impliquent l'utilisation intentionnelle d'un concurrent, d'un pathogène ou d'un prédateur naturel, ou l'utilisation de substances synthétisées naturellement, ou toute modification physiologique, génétique ou anatomique délibérément induite afin de contrôler ou d'éradiquer une population d'espèces exotiques envahissantes. Dans certains cas, la lutte biologique peut être autosuffisante, et donc très rentable. On retrouve notamment :

- La prolifération d'un prédateur indigène : Comme vu précédemment, les prédateurs de l'iguane commun sont connus mais aucun ne se limite spécifiquement à cette espèce dans son régime alimentaire. Parmi les prédateurs documentés de l'iguane commun, quatre seulement ont un impact direct sur *I. Iguana* : le manikou (*Didelphis marsupialis*), le raton laveur (*Procyon lotor*), le chat (*Felis*

domesticus) et le chien (*Canis familiaris*). Toute méthode de conservation ou de contrôle biologique classique aurait très probablement d'autres effets négatifs sur l'environnement sans avoir un impact significatif sur le problème, le risque de voir d'autres reptiles (ou d'autres taxons) souffrir de l'augmentation des effets de prédation étant trop important.

- La libération d'un agent pathogène : Les virus ont été peu étudiés chez l'iguane commun et particulièrement dans les populations en liberté (Hellebuyck et al. 2017 ; Kwak et al. 2020), l'accent étant principalement mis sur les reptiles en captivité. Il n'existe malheureusement aucun virus hautement spécifique à cette espèce, et la pathogénicité des virus identifiés qui pourrait conduire à une virémie détectable semble très faible, voire inexistante (Clark & Karzon 1972 ; Gravendyck et al. 1998 ; Klenk & Komar 2003 ; Ariel 2011). Comme chez de nombreuses espèces reptiliennes, les maladies bactériennes sont couramment associées à des maladies symptomatiques et à la mortalité. Mais cependant, les bactéries couramment observées chez l'iguane commun ne sont pas spécifiques à cet hôte (Plowman et al. 1987).

- L'introduction d'espèces ou de pathogènes exotiques : Cette méthode a fait l'objet de nombreux débats (Simberloff et Stiling 1996 ; McNeely 2001 ; Wittenberg & Cock 2001). L'espèce introduite doit être spécifique de l'hôte, être très efficace et agir rapidement, et ne doit pas avoir d'effet négatif sur les espèces non ciblées. Se pose également la question du potentiel invasive de cette espèce. Aucun des pathogènes et prédateurs documentés de l'iguane commun ne répondent ainsi à de tels critères, et ne sont ni des hôtes spécifiques ni des prédateurs généralistes.

La lutte contre la propagation d'une espèce envahissante peut également se faire via la gestion des populations de celle-ci. L'objectif poursuivi ici vise à intervenir sur les différents stades de développement, la gestion de la reproduction ou encore la composition des populations. Elle peut passer par :

- La modification anatomique délibérément induite :

Il s'agit d'une voie intéressante à envisager et qui présente l'avantage d'obtenir plus facilement l'adhésion du grand public que la régulation par la destruction d'individus capturés (lutte mécanique). Le lâcher massif d'individus stériles a été essayé et de bons résultats ont été documentés. Elle pourrait être appliquée durant la période d'accouplement, dans les populations d'iguanes communs, les grands mâles dominants défendent un territoire d'accouplement où se trouvent la plupart des femelles reproductrices. Ces mâles réalisent 90% des accouplement réussies. Les mâles de taille moyenne et petite et les dits « pseudo-femelles » se partagent ainsi les 10% restants (Rodda 1992 ; Pratt et al. 1992). Bien que ces proportions puissent varier d'une population à l'autre, il semble raisonnable de penser qu'une proportion significativement plus élevée de juvéniles est engendrée par les dominants. Par conséquent, la stérilisation des mâles dominants et de taille moyenne serait une méthode de gestion intéressante. L'objectif étant de préserver les caractéristiques dominantes des mâles relâchés, ceci peut être réalisé en préservant les testicules et en retirant l'hémipénis. La stérilisation des femelles a plus de chances d'avoir un mauvais rapport efficacité/coût, si des méthodes efficaces sont utilisées pour les abattre. Enfin, le cadre légal de l'espèce concernée doit être compatible pour le déploiement de ce type d'actions, et pourrait nécessiter une adaptation du cadre actuel pour les Antilles Françaises (arrêtés Espèces Exotiques Envahissantes en vigueur, du 8 février 2018 et du 07 juillet 2020).

- La collecte des œufs par des nids artificiels :

Si la méthode a été un peu documentée, elle reste encore peu étudiée en pratique (Werner et Miller 1984 ; Krysko et al. 2007 ; López-Torres et al 2012 ; Wasilewski et al. 2022). La mise en place de nids artificiels peut être efficace pour collecter et détruire les œufs, contrôlant ainsi les populations

d'iguanes. Cependant, les zones de nidification doivent être recherchées avec soin car la destruction des nids sans discernement peut mettre en danger les espèces indigènes qui sont également attirées par ces sites. En plus de retirer des individus *I. iguana* de la nature chaque fois que cela est possible, Krysko et al (2007) conseille ainsi d'ajouter des sites de nidification artificiels et de retirer les œufs dans les zones où les sites de nidification appropriés sont limités. Des monticules de sable, de terre ou de paillis peuvent être par exemple placés dans les principales zones à problèmes dans le but d'attirer les femelles iguanes (Kern, 2004). La surveillance de ces sites pendant la saison de nidification peut ainsi aider à contrôler la population, mais il faut veiller à localiser et à retirer tous les œufs d'iguanes.

En parallèle de la problématique des méthodes de lutte à employer, se pose la question de la détection des individus et du devenir des dépouilles.

Ainsi, afin de maximiser la détection de ces animaux particulièrement mimétiques dans l'environnement, le dressage de chiens détecteurs semble être une solution efficace. Ils sont par exemple déjà utilisés dans les régions d'Amérique du Sud où l'espèce est chassée et ont déjà été utilisés pour localiser un autre reptile arboricole exotique envahissant, le serpent brun arboricole (*Boiga irregularis*) à Guam, à la fois dans les cargaisons des aéroports (Vice et Engeman 2000) et en liberté dans les arbres (Savidge et al. 2008). La faisabilité de cette approche pour la détection de l'iguane commun a ainsi été testée dans les Petites Antilles, à St Lucie pour localiser des iguanes communs à la Soufrière (Krauss et al. 2014).

Malheureusement les résultats de l'étude ne se sont pas révélés probant en raison d'aléas climatiques importants (cyclone TOMAS), de la forte densité de végétation de la zone traitée et du caractère arboricole de l'espèce. Au final, un seul iguane a été localisé par le personnel du service des forêts au cours des 3 mois de test malgré des preuves de la fiabilité de l'odorat des chiens (Figure 3). Des excréments d'iguane et un spécimen vivant ont en effet été cachés dans la forêt à l'insu des dresseurs des chiens par le personnel forestier. Le chien a trouvé l'ensemble des échantillons.

Au final, l'intervention d'une équipe de chiens détecteur et de maitres-chiens représentent des coûts et un investissement temporel important qui doivent être mis en relation avec la taille et la nature des espaces à prospecter pour espérer un retour efficace d'un tel investissement dans la lutte contre les Iguanes communs présents.



Figure 3 - Photo d'un chien test à l'arrêt après avoir trouvé un œuf d'iguane encerclé en jaune (Krauss et al. 2014).

En ce qui concerne la gestion des animaux capturés et/ou abattus, l'espèce étant comestible et consommée par les populations locales de son aire d'origine, au point qu'elle soit menacée en certains endroits, la consommation de la viande issues des captures ou l'autorisation de chasse est un axe de réflexion qui est régulièrement évoqué par le public et les gestionnaires d'espace naturel. En effet, l'attention que peut porter un public peut avoir un impact direct et significative lors d'une campagne de lutte (García-Quijano et al. 2011 ; Krauss et al. 2014). Malheureusement, les principaux obstacles à la mise en œuvre de l'autorisation de chasse d'*Iguana iguana* aux Antilles Françaises sont prioritairement le risque de voir la population chasser par méconnaissance des *Iguana delicatissima* au lieu d'*Iguana iguana*, mais aussi la problématique de gestion des risques sanitaires vu le cortège bactérien porté par *Iguana iguana*, l'absence de structure d'abattage normalisée, et enfin le risque physique pour la population, car les lots de chasse autorisés seraient en zones urbaines puisque l'espèce n'est principalement rencontrée sur nos îles qu'en zone fortement anthropisées.

Au regard de ce constat, le besoin en connaissances sur l'espèce *Iguana iguana* en Martinique est indéniable pour faire évoluer les pratiques de régulation vers plus d'efficacité, tant du point de vue des stades de développement à cibler que de la balance coût/bénéfice des différents moyens engagés. Ces besoins ont été caractérisés par l'ensemble des acteurs impliqués dans la conservation de l'Iguane des Petites Antilles à l'occasion d'ateliers portés par la DEAL Martinique. Si la taille estimée de la population actuelle des iguanes communs en Martinique n'atteint aujourd'hui pas encore des niveaux qui ont déjà des impacts multiples sur certaines îles voisines, les données récentes d'évaluation de densité sur certaines zones portuaires (Angin et al. 2020) et la démographie générale de l'espèce laisse toutefois présager une augmentation certaine de ces impacts dans le futur.

Ainsi, malgré les nombreux axes d'actions de lutte possibles, il n'existe à ce jour pas de méthode universelle, unique, fiable et peu coûteuse pour lutter efficacement en Martinique contre l'expansion des populations d'iguanes communs, et la mise en œuvre de moyens de lutte sur les œufs en incubation est un axe de travail identifié comme particulièrement attrayant. L'objectif de la présente étude vise donc à améliorer les connaissances sur le choix et l'utilisation des sites de ponte par les femelles Iguane rayé et déployer des outils novateurs (comme le piégeage des œufs dans des nids artificiels) pour proposer des solutions opérationnelles de lutte au stade visé, sur la base des connaissances acquises, par la collecte des œufs d'iguanes communs avant éclosion.

Matériel et méthode

Le protocole utilisé dans l'étude pour explorer les possibilités de lutte par gestion des œufs avant leur éclosion est décrit au tableau 1.

Tableau 1 - Protocole général de l'étude en trois phases

	Phase 1	Phase 2	Phase 3
Intitulé	<i>Etat de l'art</i>	<i>Evaluation des substrats</i>	<i>Test de nids et Piégeage</i>
Objectif	Etat des lieux bibliographique sur la ponte d' <i>Iguana iguana</i> et des méthodes de lutte existantes au stade fœtal	Caractérisation des préférences de substrat de ponte des Iguanes Rayés, observation des comportements de ponte des femelles	Analyse des données de la phase 2, conception de nids artificiels et tests d'utilisation par les femelles
Moyens	Ressources bibliographiques nationales et internationales, échanges avec autres gestionnaires	Offre de substrats variés et suivi éthologique géolocalisé sur le terrain – Collecte, dénombrement et destruction des œufs pondus	Installation et suivi de l'utilisation des nids artificiels – Collecte, dénombrement et destruction des œufs pondus

a. **Phase 1** : Etat de l'art des connaissances sur la ponte d'*Iguana iguana* et des méthodes de luttés employées au stade fœtal.

Cette première phase a permis de dresser une revue bibliographique internationale, nationale et locale sur les connaissances sur la sélection et l'utilisation des sites de ponte pour l'espèce *Iguana iguana*, ainsi que sur les solutions opérationnelles éventuellement déjà testées ou utilisées pour empêcher le dépôt des œufs dans le milieu ou collecter les œufs pondus avant leur éclosion et la dispersion des juvéniles. Cette première phase du projet a ainsi conduit à collecter les éléments suivants :

- Biologie et éthologie de la ponte,
- Variables de sélection à prendre en compte,
- Caractéristiques des modalités de sélection pour les femelles,
- Répartition génétique et conséquences potentielle pour le territoire concerné,
- Techniques opérationnelles de lutte (détection, collecte, piégeage, capture, autres...),
- ...

La compilation de ces données est disponible dans le rapport de stage de Mike Delbois (Delbois 2022) et nous a permis d'affiner le contenu des phases 2 et 3 du protocole, ainsi que la prise en compte des variables efficaces pour atteindre les objectifs du projet, détaillés aux paragraphes suivants.

b. **Phase 2** : Caractérisation de substrats de ponte préférentiels pour l'Iguane Rayé (*Iguana iguana*)

Afin de répondre à la problématique de l'étude, les objectifs de la phase 2 sont de caractériser les comportements de ponte et de sélection des substrats pour les nids par les femelles iguane commun, ainsi que d'améliorer la connaissance de la géomorphologie des nids et d'identifier les éléments clés pour la conception de nids artificiels efficaces pour le piégeage des œufs.

Choix des sites étudiés :

Le protocole consiste à observer l’utilisation de divers types de substrats de pontes par les iguanes communs, parmi lesquels des femelles gestantes. Le choix des sites retenus (conjointement avec la DEAL Martinique) est basé sur différents critères tels que leur pertinence au regard de la problématique et de la nature de la population qu’ils hébergent, de leur capacité comparative, du panel de variables pouvant être caractérisées, ainsi que de leur accessibilité et sécurisation pour le dépôt des substrats et des suivis, ...

Au regard des données du PLIC et du secteur géographique concerné par la problématique (Angin 2018, Angin et al 2020), les sites sont localisés sur l’agglomération de Fort-de-France, en situation littorale. Ils présentent des degrés d’urbanisation variée, ainsi que des géomorphologies différentes et des degrés de fréquentation anthropique variés et permettent un déploiement sécurisé du matériel de suivi afin de limiter les risques de dégradation ou de vol.

L’accès aux sites retenus est autorisé par leur propriétaires ou exploitant afin que les substrats à tester puissent y être déposés pour la durée du projet et que les membres de l’équipe du projet puissent se rendre sur place aussi souvent et aisément que le nécessite le protocole.

Quatre sites ont ainsi été retenus (figure 4) : deux sites pour réaliser les suivis de substrats + suivis de nids (à la Cimenterie Lafarge et l’hôtel Batelière), et deux sites pour des suivis de nids uniquement (ancienne Poste de Fort-de-France et plage de Madiana).

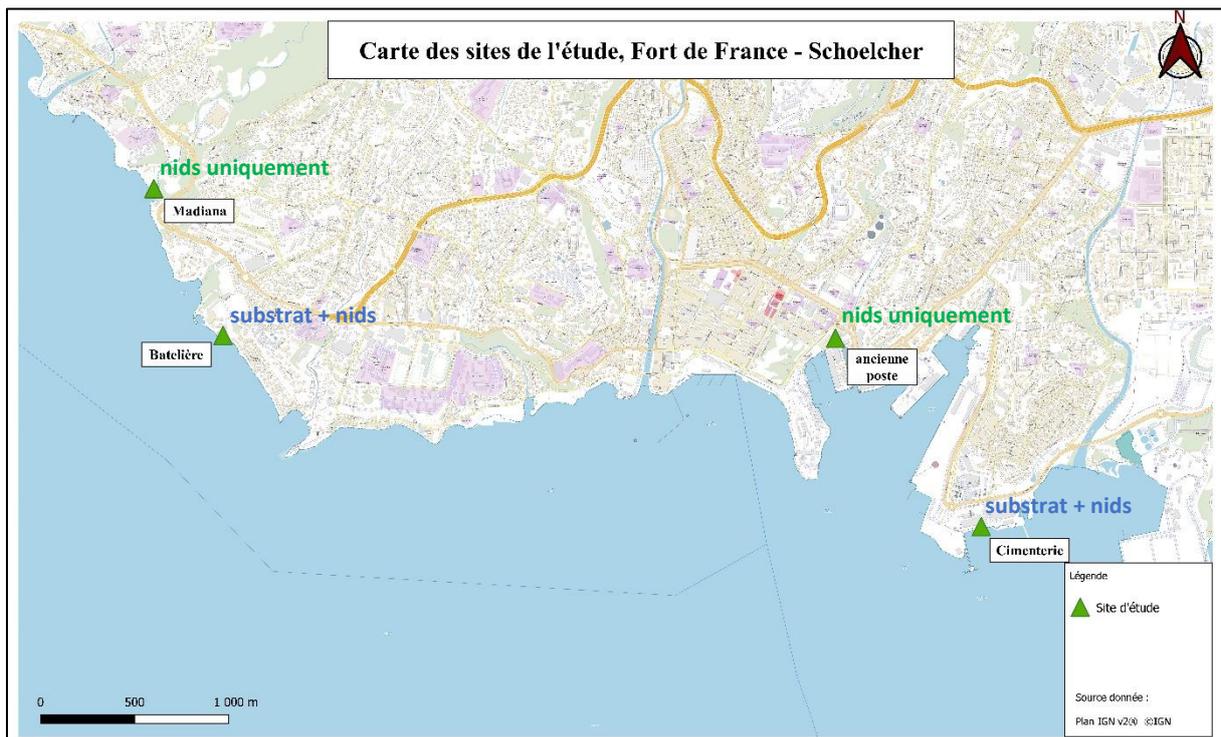


Figure 4 - Localisation des sites suivis pour l'étude

Protocole de suivi des substrats :

Afin de collecter les données d'utilisation de substrats en situation de ponte, le protocole prévoit l'installation de matériaux (substrats) propices à la ponte pour les iguanes rayés, le suivi de leur utilisation par les femelles par collecte bi-hebdomadaire des données, la caractérisation des usages constatés et des nids éventuellement creusés, le suivi éthologique par piège caméra pour éclairer les données précédentes (comportement de ponte, sélection des sites, établissement des nids ...), et enfin le suivi géolocalisé des données collectées. L'ensemble du protocole détaillé est présenté au tableau 2.

Tableau 2 - Protocole de suivi des substrats de ponte pour *Iguana iguana*

Protocole Phase 2 : Evaluation des substrats		
Etapes	Objectif	Description
Etape 1	Installation des substrats à la Cimenterie et à l'hôtel Batelière	3 substrats testés : <ul style="list-style-type: none"> • sable d'andésite, • terre naturelle, • broyats organiques (copeaux de bois). Nature, disposition et quantité identiques sur les 2 sites, Monticules circulaires de 5m ³ pour chaque substrat, Disposition côte à côte pour optimisation du suivi (figures 5 et 6), Balisage de l'étude (panneaux + logos).
Etape 2	Suivi de l'utilisation des 3 substrats : - Spot-sampling - Suivi terrain - Suivi vidéo	13 semaines de suivi en début supposé de période de ponte (planning en annexe 1) : semaines 2 à 14 Créneaux horaires de suivis terrain fixes, Lundi et Vendredi : <ul style="list-style-type: none"> • Cimenterie : 9h00-10h00 • Batelière : 10h00-11h00 2 relevés hebdomadaires de la fréquentation des sites par Spot-sampling, 2 relevés hebdomadaires de l'utilisation des substrats, Suivi vidéo complémentaire automatisé via piège-caméra, Collecte des données d'utilisation, Destruction des nids et des œufs potentiels.
Etape 3	Sélection du substrat le plus utilisé	Analyse des données d'utilisation comparée pour les substrats et les sites afin de caractériser le matériau le plus adapté à l'utilisation en nid artificiel.
Etape 4	Projection de la destination des substrats test	Valorisation des monticules comme sites de ponte artificiels pour poursuivre la collecte et destruction des œufs sur les sites utilisés pour le reste de la saison de ponte. Don des matériaux aux exploitants des sites après utilisation si pas de pérennisation.



Figure 5 – Disposition es tas de substrats suivis à Batelière



Figure 6 - Disposition es tas de substrats suivis à La Cimenterie

Suivi par spot-sampling :

Afin d’avoir une idée de la fréquentation des sites et de suivre l’évolution des populations d’iguanes des sites de la Cimenterie et de Batelière, un échantillonnage rapide de la population au moment du suivi terrain a été réalisé à chaque arrivée sur site pour suivi.

L’échantillonnage (spot-sampling) est réalisé en poste fixe sur un point défini avant le début des suivis et permettant de visualiser l’ensemble du site à proximité des substrats, sur 360° et de 0 à 50m des substrats. L’échantillonnage consiste à relever et géolocaliser tous les d’iguanes par cercles concentriques autour des substrats, pendant 6 minutes. Les observations sont reportées sur une carte simple (Fiche en Annexe 2), accompagnées d’autres données comme le sexe, l’âge et l’heure d’observation. Réalisé à chaque suivi terrain dans les premières minutes de l’arrivée sur site (entre 9h et 1h00 pour la Cimenterie, et entre 10h00 et 11h00 pour Batelière), cet échantillonnage est mené pendant une période horaire considérée de forte activité pour l’espèce suivie.

Suivi terrain :

Les données recueillies lors des suivis terrains hebdomadaires sont reportées sur des fiches terrain (Annexe 2) comprenant :

- les variables climatiques : pluviométrie, température, vitesse des vents (actuelle et de la veille, fournis par Météo France),
- les observations directes : présence d’iguane, de chiens ou autres espèces au moment du suivi,
- les observations indirectes d’iguane : traces de passage, tentative de creusage, creusage, creusage + ponte, nid rebouché, œuf en surface ou autre,
- les observation indirectes autres : activité anthropique (trace de pas, déchet ...), trace de passage d’autres espèces, creusage d’autres espèces, ...

Les données collectées lors des suivis terrain sont enregistrées dans une base de données dédiée, articulée comme présenté à l’annexe 3, selon les critères et variables précités.

Suivi vidéo :

Les suivis vidéo sont réalisés par 2 pièges caméra COOLIFE 2,7K 20MP 940nm pour chaque sites (Batelière et La Cimenterie). Les 4 pièges caméra sont réglés pour enregistrer 5s de vidéo à chaque déclenchement par mouvement ou modification infra-rouge dans le champ de visée. Positionnés en tandem face + perpendiculaire aux substrats, de façon à couvrir l’ensemble des substrats et leurs abords immédiats dans le champ (figures 8 et 9). Ils fonctionnent 24h/24, sur déclenchement induit et sont relevés également 2 fois par semaine.

Les images du relevé précédent sont visionnées avant chaque relevé suivant. Chaque séquence présentant un intérêt pour les variables collectées est archivée et les données d’observations sont reportées dans une base de données dédiée, présentée en annexe 4.



Figure 7 - Pièges caméra COOLIFE 2,7K 20MP 940nm installés à la Cimenterie (a) et Batelière (b)

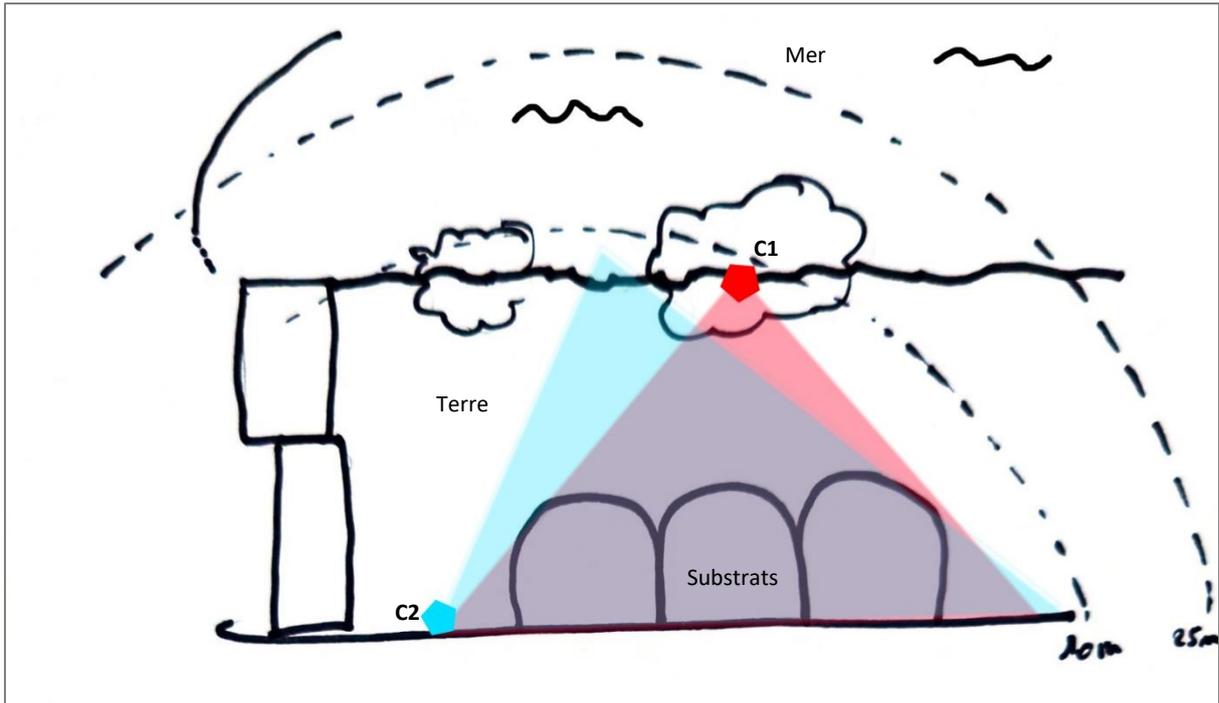


Figure 8 - Implantation des pièges caméra C1 et C2 - Site de La Cimetier

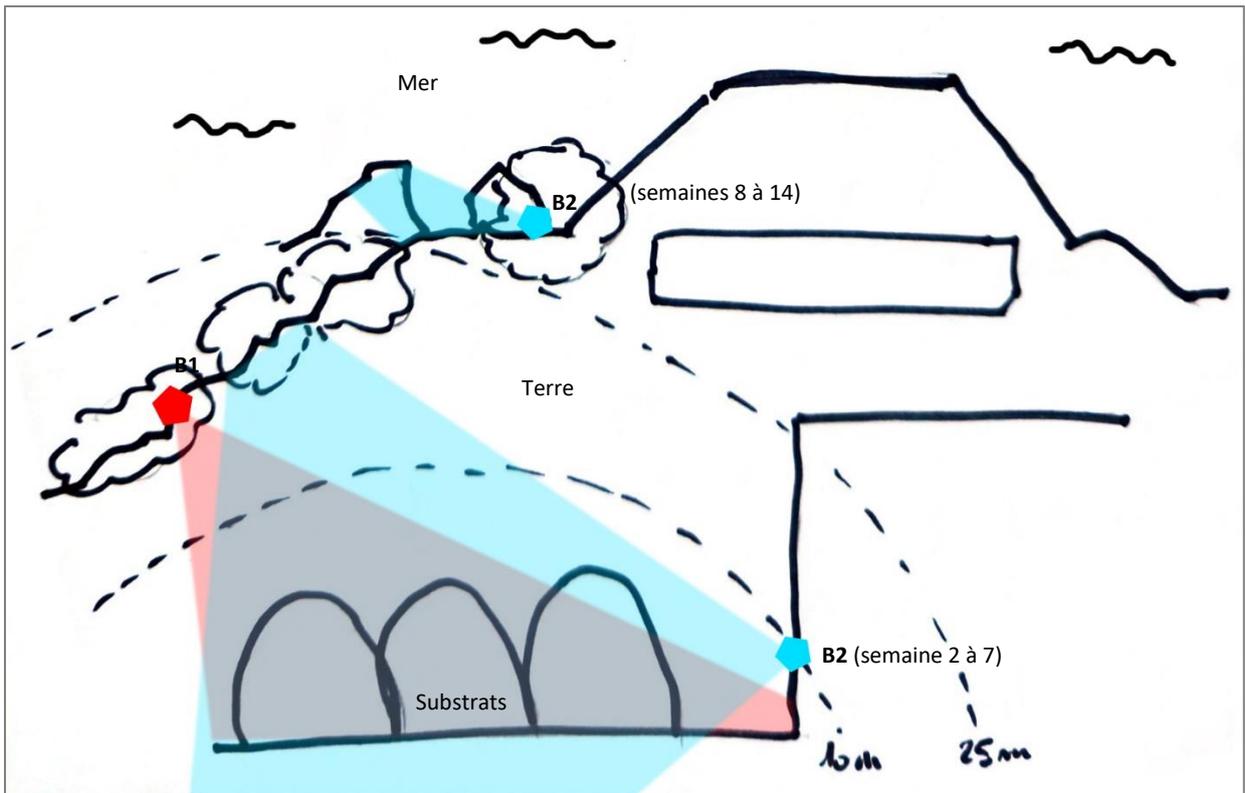


Figure 9 - Implantation des pièges caméra B1 et B2 - Site de Batelière

c. Phase 3 : Piégeage des œufs en nids artificiels

Afin de répondre aux objectifs précités, le protocole de test de nids artificiels comprend l'installation de différents modèles de nids pour les iguanes rayés, le suivi de l'utilisation des nids proposés (collecte bi-hebdomadaire des données utilisation par les femelles, caractérisation du taux d'occupation, ...), le suivi éthologique par piège caméra pour certains nids (précision sur les données précédentes, comportement de ponte, ...).

Par soucis de répliquabilité des résultats attendus, la variabilité des nids testés a été réduite au minimum. Le protocole se découpe selon le déroulé suivant :

Tableau 3 - Protocole de suivi des nids artificiels pour *iguana iguana*

Protocole Phase 3 : Test de nids artificiels		
Etapes	Objectif	Description
Etape 1	Installation des nids artificiels sur les 4 sites : Cimenterie, La Poste, Batelière et Madiana	Un modèle de contenant testé, Conception basée sur la bibliographie et retour expérience PLIC (Figure 8), Substrat issu de la biblio et de l'analyse de la phase 2, 8 nids mis en place : 2 sur chaque site. Disposition pertinente avec biologie de l'espèce et optimisation du suivi, Balisage de l'étude en cours (panneaux + logos).
Etape 2	Suivi de l'utilisation	6 semaines de suivi en pic supposé de période de ponte (Annexe 1) : semaines 8 à 14 2 relevés hebdomadaires visuels de l'utilisation des nids, Suivi complémentaire automatisé via piège-caméra pour 4 nids sur les 8 (site sécurisés), Collecte des données d'utilisation et de ponte, Destruction des nids et des œufs éventuels.
Etape 3	Analyse des données	Retrait des nids artificiels en fin de suivi, Analyse des données d'utilisation comparée, Analyse des données vidéo de comportement aux abords des nids.

Conception des nids artificiels :

Au regard des résultats de la phase 2 et de la bibliographie existante sur les substrats utilisés en milieu naturel et pour les tentatives de nids artificiels (Werner et Miller 1984 ; Krysko et al. 2007 ; López-Torres et al 2012 ; Wasilewski et al. 2022), il a été décidé d'opter pour la terre naturelle comme substrat pour le remplissage des nids artificiels en test dans cette étude. Ainsi les matériaux utilisés sont choisis pour leur résistance, disponibilité et durabilité supposée ; les nids sont implantés sur les sites de façon à être potentiellement attractifs pour les iguanes au regard des données préalables de fréquentation du site (bibliographie et phase 2) et les variables testées sont la longueur des tubes d'accès à la chambre.

Concernant la construction, les nids artificiels sont réalisés sur la base du modèle de Werner et Miller (1984), ayant été adaptés afin de répondre aux objectifs biologiques, techniques et économiques de l'étude (figures 10 et 11). Les 8 nids artificiels sont décrits dans la Fiche Nid artificiel présentée en annexe 5. Ils sont composés d'une boîte en plastique opaque rigide, d'un volume de 58 litres (L : 50cm x l : 37cm x h : 29,6cm) et dotée d'un couvercle clipsable permettant d'accéder à l'intérieur de la boîte. L'entrée dans le nid se fait par un tube pvc coudé à 45°, précédé d'un cylindre PVC de diamètre de 140 mm, contre 160 mm dans le modèle historique car la taille des femelles atteint rarement des dimensions supérieures. Le fond des nids est percé de trous de diamètres 4,5 mm pour le drainage de

l'eau éventuelle. La chambre des nids est remplie de terre naturelle au $\frac{3}{4}$ et une couche fine de terre est étalée dans le tube d'entrée coudé. Le $\frac{1}{3}$ supérieur du nid artificiel est donc laissé vide. Les tubes d'entrée sont disposés avec un léger angle descendant vers la boîte. Leur intérieur est percé de trous de diamètre 4,5mm pour assurer le drainage de l'eau. L'intérieur des tubes est également rainuré au papier à poncer gros grain pour faciliter la progression des iguanes à l'intérieur. Enfin, l'étanchéité à la lumière des nids est assurée par du scotch PVC noir pour empêcher la lumière d'entrer à l'intérieur, si ce n'est par l'entrée du tube d'accès. Deux types de nids sont posés sur chaque sites, avec deux longueurs de tubes d'entrée différentes (figure 12). L'un fait 46.5 cm de long et l'autre 89 cm de long en comprenant la taille du coude de 45°. Les nids sont disposés sur les sites d'étude, en des endroits semi-enterrés, ombragés ou ensoleillés en partie, leur aplomb est sécurisé.

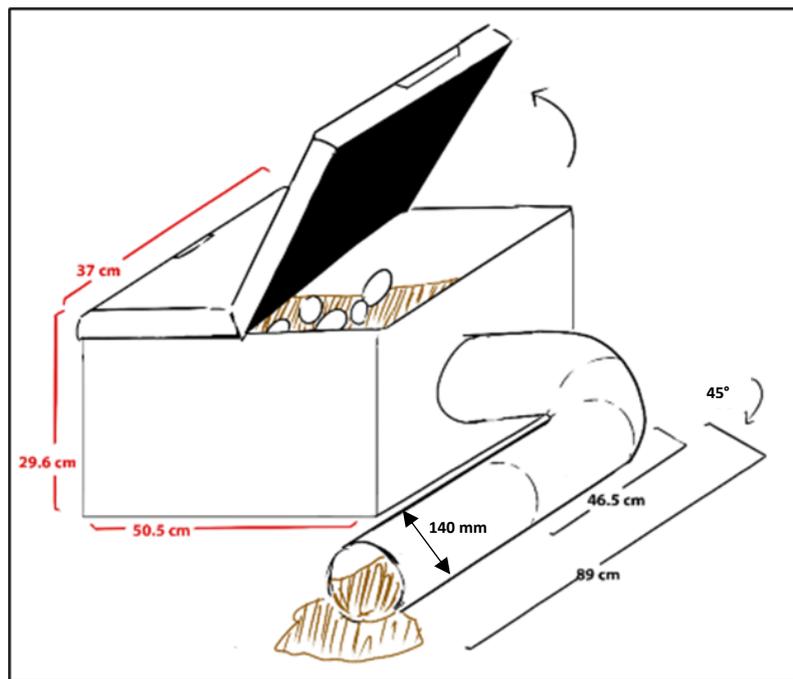


Figure 10 - Schéma de principe des nids artificiels testés durant l'étude



Figure 11 - Détails de conception des nids artificiels utilisés



a.



b.



c.



d.

Figure 12 – Exemple des nids implantés à Madiana (a), La poste (b), Batelière (c) et Cimenterie (d)

Suivi des nids artificiels :

Les suivis terrains et vidéo pour les nids artificiels se déroulent comme présenté précédemment pour les substrats. Les données recueillies lors des suivis hebdomadaires des nids sont relevées sur des fiches terrain dédiés (Annexe 2) et archivées dans les bases des données des suivis terrain et vidéo en complément des suivis des substrats (Annexe 3).

Il est à noter que la caméra 2 de batelière a été dédiée uniquement à la zone des nids implantés en semaine 8, la caméra 1 restant sur le suivi des substrats. A la Cimenterie, les caméras 1 et 2 ont gardé dans leur champ les substrats, et les nids installés en semaine 8.

En plus des données similaires à celles des suivis terrain et vidéo des substrats, le suivi des nids prend également en compte la température globale à l'intérieur des nids, monitoré via un thermomètre mini/maxi individuel présent dans chaque nid (figure 13).



Figure 13 - Exemple de thermomètre pour monitorer la température à l'intérieur des nids artificiels

Résultats

Effort d'échantillonnage

Au cours de l'étude, 138 suivis de substrats sur l'ensemble des deux sites ont été réalisés sur 13 semaines et un total de 88 suivis sur 6 semaines a été réalisé pour les nids (Tableaux 4 et 5). Les suivis sont restés ponctuels jusqu'à la fin avec un dernier suivi en Avril comptabilisé en raison de l'identification d'une activité sur un des nids de Batelière. Sur les 8 nids, 2 ont présentés une tentative/activité comme le montre la carte de la figure 14. Il y a également eu des suspicions d'activités sur les nids de Madiana sans pouvoir en déterminer la nature exacte.

Tableau 4 - Tableau récapitulatif du nombre de suivis des substrats par mois

Mois	Batelière			Cimetierie		
	Copeaux	Terre	Sable	Copeaux	Terre	Sable
janv-22	6	6	6	6	6	6
févr-22	8	8	8	8	8	8
mars-22	8	8	8	8	8	8
avr-22	1	1	1	1	1	1
Total	23	23	23	23	23	23

Tableau 5 - Tableau récapitulatif du nombre de suivis des nids par mois

Mois	Batelière		Cimetierie		Madiana		Ancienne Poste	
	B1	B2	C1	C2	M1	M2	P1	P2
janv-22	0	0	0	0	0	0	0	0
févr-22	2	2	2	2	2	2	2	2
mars-22	8	8	8	8	8	8	8	8
avr-22	1	1	1	1	1	1	1	1
Total	11	11	11	11	11	11	11	11

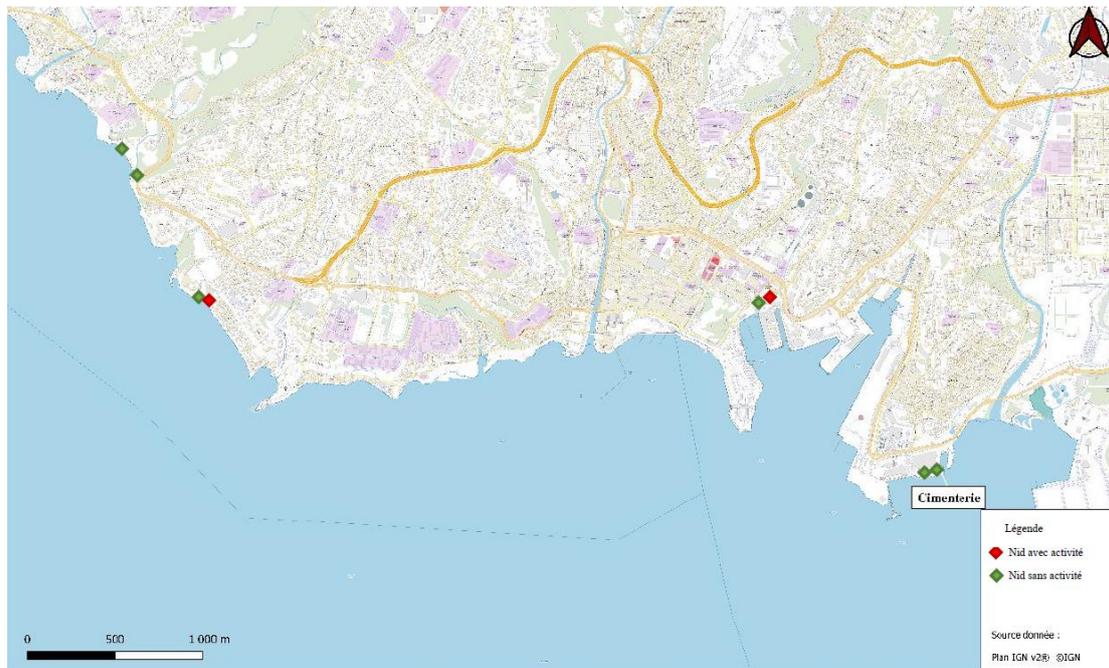


Figure 14 - Carte d'emplacement et activité constatée sur les nids artificiels suivis

La figure 15 présente le nombre de vidéos de 5 secondes par pièges caméra qui ont été conservées car elles présentaient un ou plusieurs éléments à relever pour le suivi. Les vidéos enregistrées pour cause de déclenchement intempestif (dû aux mouvements de végétaux, ombres ou pluie dans le champ par exemple) ont été visionnées et non retenues. Ainsi 407 vidéos ont été retenues, visualisées et analysées. L'ensemble représente 33min 55s de suivi vidéo. Pour rappel, la caméra 2 de Batelière a été déplacée à proximité des nids artificiels installés en semaine 8.

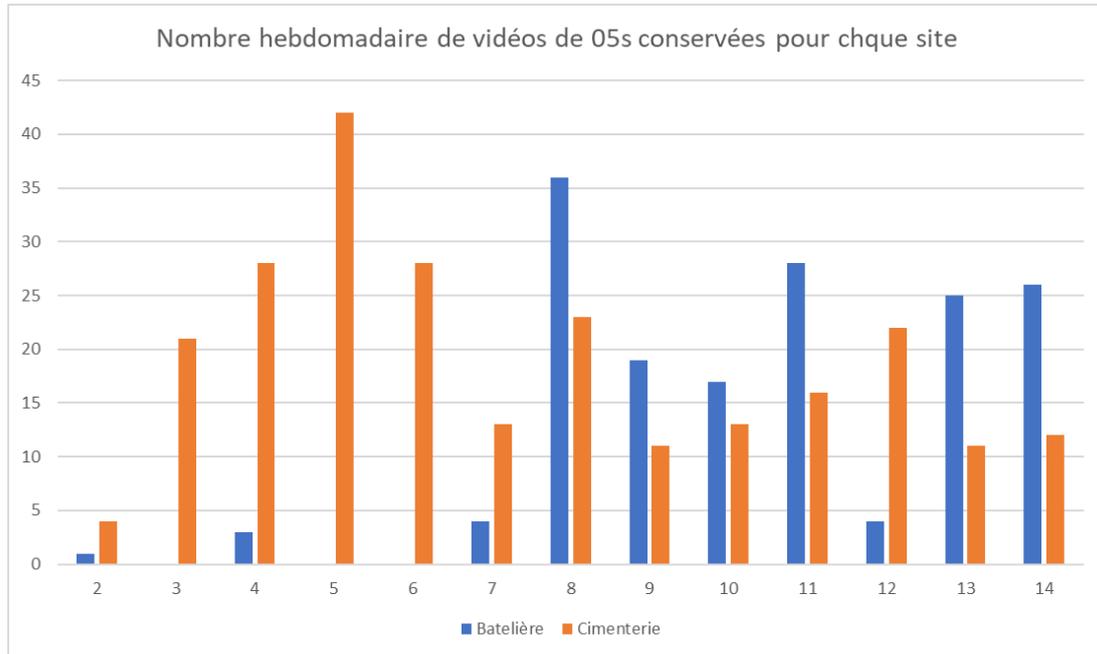


Figure 15 - Répartition hebdomadaire des données de suivi par piège caméra pour les sites de Batelière et de la Cimenterie

Observations des Iguanes

La figure 16 présente l'ensemble des Iguanes vu sur le site de la Cimenterie : en spot-sampling, observations directes et par pièges-caméra. Il apparaît que si 37 iguanes ont été vu lors du spot sampling et 95 iguanes lors du suivi caméra, aucun iguane n'a été vu proche des nids avec ces trois méthodes de suivi. On peut observer deux pics d'activité de fréquentation de la zone des substrats (en semaines 4 à 6 et semaine 12). Le spot-sampling révèle un nombre d'individu observé plutôt stable tout au long de l'étude (2 à 4 individus observés en moyenne). On peut remarquer une forte diminution des observations caméra après la pose des nids artificiels en semaine 8, avec une totale absence d'observation en semaine 10. Ainsi 95 observations d'iguanes communs ont été réalisées par piège caméra pendant l'étude, 69 des semaines 3 à 7 et 26 des semaines 11 à 14.

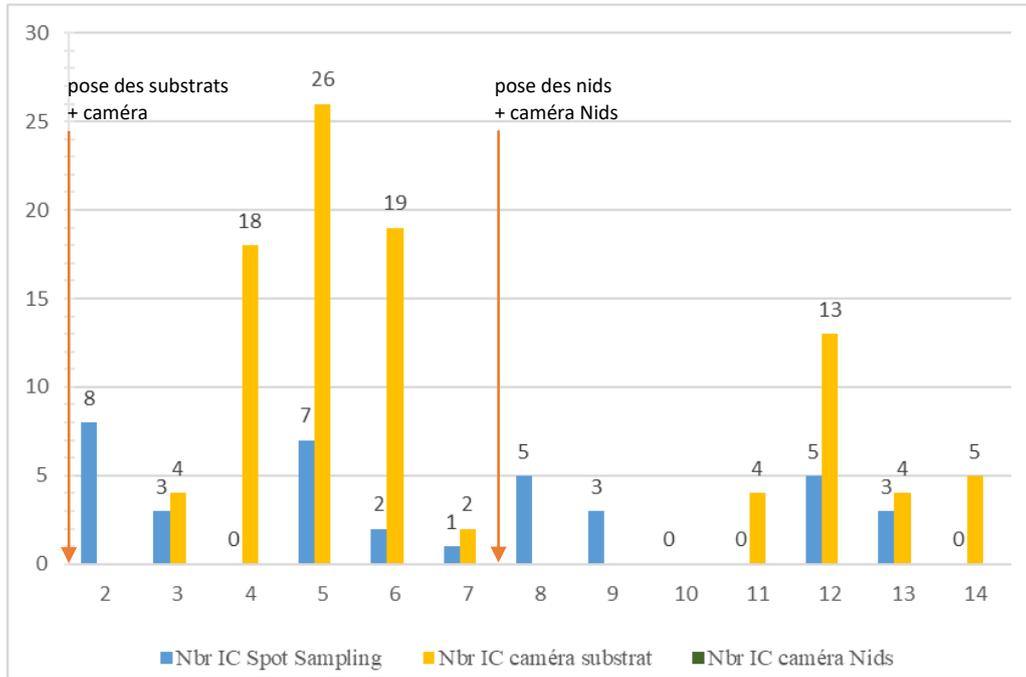


Figure 16 - Nombre hebdomadaire d'Iguanes Commun observés lors du Spot-sampling, des relevés terrain et suivi caméra des Substrats et Nids à la Cimenterie

La figure 17 présente les résultats d’observations d’iguanes spot-sampling, directe et caméra à Batelière. Il apparait que contrairement à la cimenterie presque aucun iguane n’a été vu dans la zone des substrats par les caméras. Par contre, le positionnement de la caméra d’observation des nids installés en semaine 8 en front de mer, suite aux observations de spot-sampling, montre de nombreux passages d’iguanes sur cette zone. On remarque également que le spot-sampling montre un nombre d’individus observés encore plus stable qu’a la Cimenterie (4 ou 5 individus observés en moyenne). Ce nombre ne semble pas avoir été affecté par la pose des nids en semaine 8. Au total, 84 observations d’iguanes ont été réalisées par piège caméra.

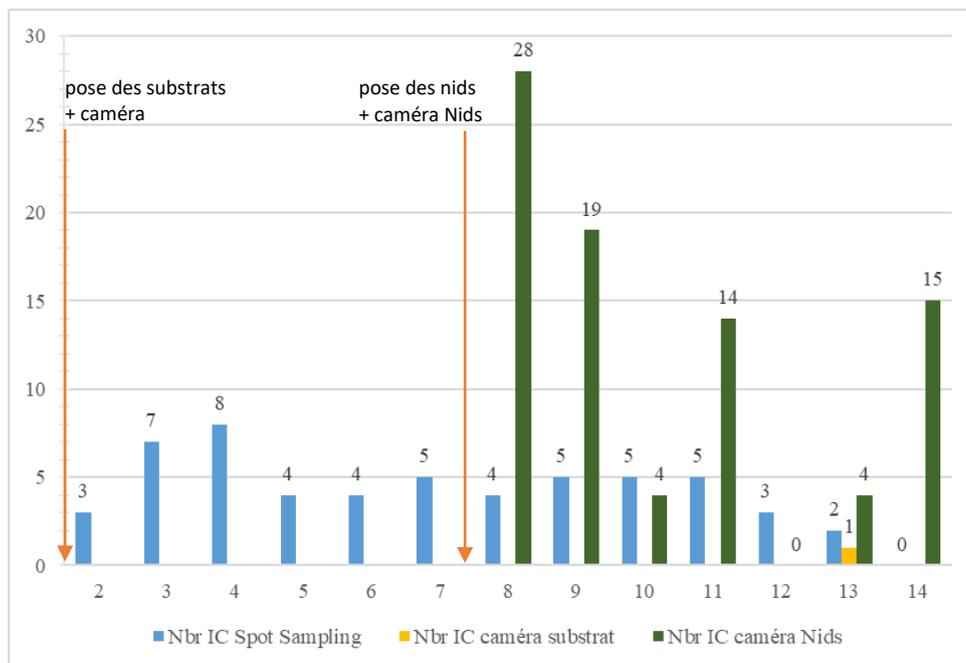


Figure 17 - Nombre hebdomadaire d'Iguanes Commun observés lors du Spot-sampling, des relevés terrain et suivi caméra des Substrats et Nids à Batelière

Enfin, la répartition des iguanes observés en spot-sampling en fonction des distances d'éloignement aux substrats (figure 18), montre qu'à Batelière, l'ensemble des individus observés ont été vus au-delà d'un rayon de plus de 25 mètres des substrats (54 individus sur 55), alors qu'à la cimenterie, les iguanes ont été vus dans un périmètre moyennement proche (17 à moins de 10 m, 15 dans un rayon de 10 à 25 m et 5 à plus de 25 m). Aucune observation directe d'iguane sur les substrats proposés n'a été réalisée.

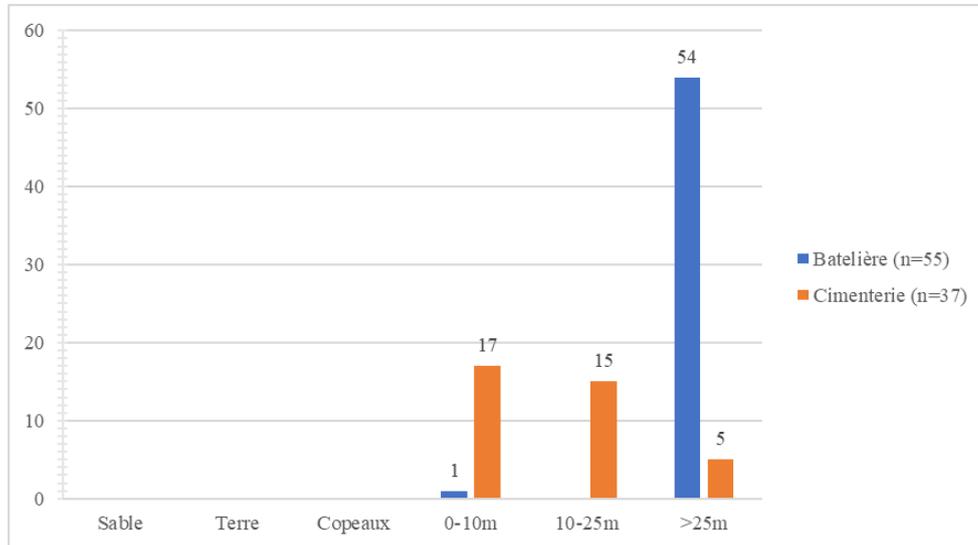


Figure 18 - Nombre d'Iguanes Commun observé en spot-sampling en fonction de la distance aux substrats à la Cimenterie et à Batelière

Malgré le peu d'observations terrain directes ou indirectes réalisées sur les substrats testés, on observe une fréquentation par les iguanes plus prononcée pour le sable (83% des activités relevées sur les substrats) comme le montre la figure 19. Il est à noter que ce résultat peut être biaisé car les potentielles traces laissées sur les substrats de terre ou de copeaux sont plus difficilement observables. En effet, la rigidité de la terre sèche ne permet pas à des individus légers de laisser des traces de pattes ou de queue contrairement à un sol plus malléable comme le sable. En effet, des observations d'iguanes à la caméra ont bien été constatées sur le substrat terre, mais il y a quand même une dominance des observations sur le substrat de sable (terrain et caméra).

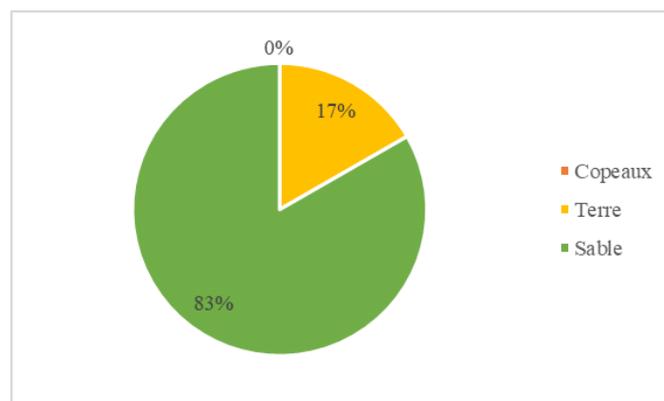


Figure 19 - Nature des substrats utilisés pour les activités Iguane relevées en suivis terrain à la Cimenterie (n=6)

En comparant l'activité des iguanes en fonction des variables climatiques (température, précipitation, vitesse des vents), aucune corrélation n'a pu être mise en évidence avec la fréquentation ou l'activité constatée des iguanes. Par ailleurs, nous n'avons finalement pas pu monitorer de manière fiable la température à l'intérieur des nids car les thermomètres se sont révélés défectueux.

Enfin, il est apparu que les espaces concernés par les suivis étaient également utilisés par d'autres espèces (figure 20 et 21), telles que les chiens, les chats ou les rongeurs. Il apparaît ainsi une quasi absence de fréquentation par les chiens à Batelière (1 observation) alors qu'ils ont été présents tout au long de l'étude à la Cimenterie (122 observations recensées).

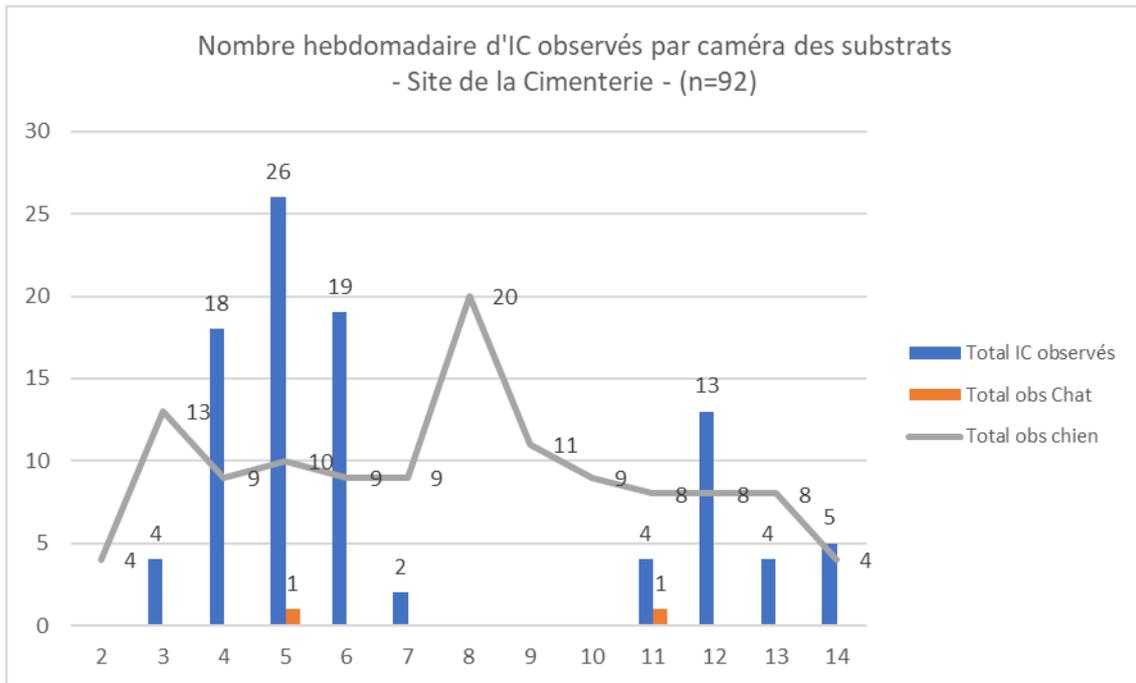


Figure 20 - Nombre d'observations piège-caméra hebdomadaires par espèces constatées - Site de la Cimenterie

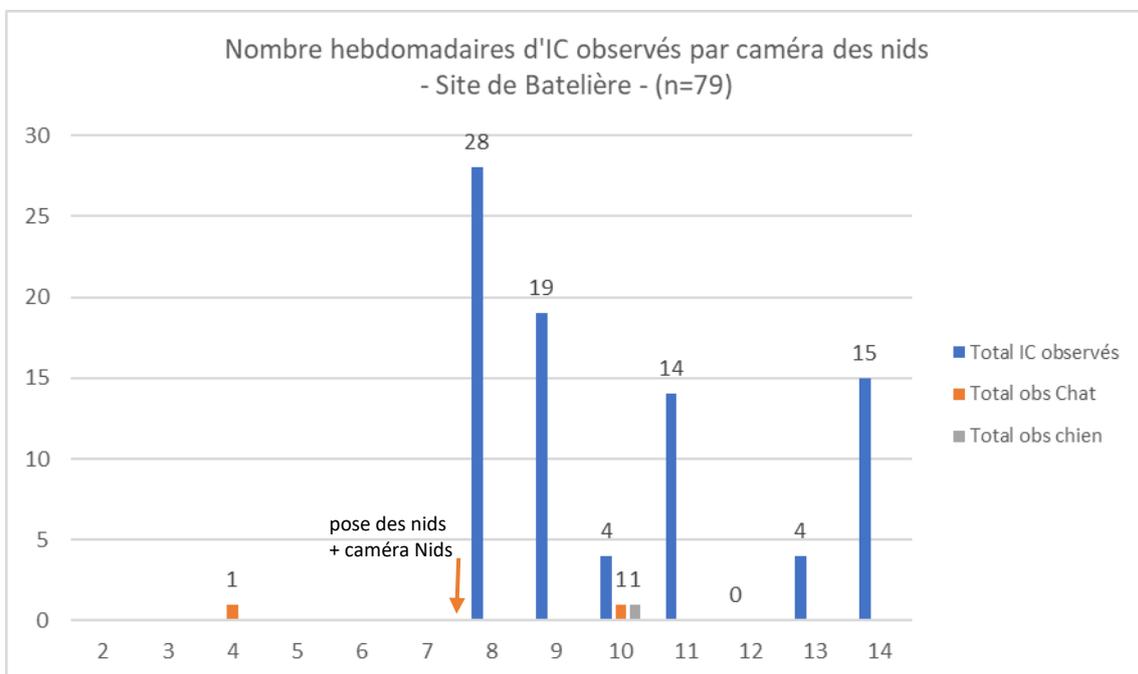


Figure 21 - Nombre d'observations piège-caméra hebdomadaires par espèces constatées - Site de Batelière

Utilisation des nids artificiels

En ce qui concerne l'activité de ponte en nid artificiel, 2 cas de creusement ont été constatés dans les nids artificiels de l'étude. Dans les deux cas, il semble que des femelles ont creusé jusqu'au fond de la boîte, et toujours dans la partie de la boîte située à l'opposé de l'entrée (Figures 22 à 26). Les trous faisaient en moyenne 7 cm de profondeur et 20 cm de large. Les trous ont évolué sur des périodes de temps de plusieurs semaines, les passages de l'individu(s) concerné(s) s'étant répétés d'un suivi à l'autre et le creusement ayant été de plus en plus profond au fur et à mesure du temps.



Figure 22 - Evolution du creusement du nid 1 La Poste - a.11/03/2022, b.15/03/2022, c.28/03/2022 et d.04/05/2022



Figure 23 - Aspect et repère de mesure des traces de creusement à l'intérieur du nid artificiel - La Poste



Figure 24 - Emplacement du Nid 2 Batelière le 21/02/2022 (a) et le 08/04/2022 (b)



Figure 25 – Intérieur Nid 2 avec creusement constatée le 08/04/2022 - Batelière

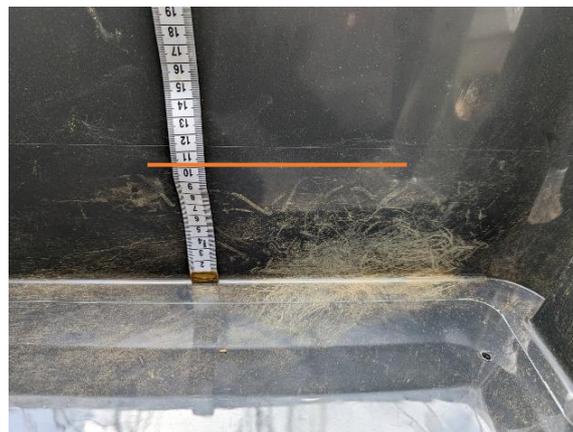


Figure 26 - Aspect et repère de mesure des traces de creusement à l'intérieur du nid artificiel - Batelière

Analyses et recommandations

Perturbations rencontrées

Au cours du déploiement du projet, diverses interventions d'origines diverses sont venues potentiellement impacter la réalisation des protocoles.

- Perturbations anthropiques :

Deux types de perturbations ont été enregistrées ici, à savoir :

- dans un premier temps, le dépôt de granulats/agrégats/rochers sur la zone suivie pour les substrats et les nids, dans le champ même des caméras installées. La zone utilisée pour le suivi étant utilisée par la Cimenterie Lafarge mais restant du domaine portuaire, d'autres entreprises en ont l'utilisation également. Des travaux ayant cours à proximité, des camions lourds sont ainsi venu entreposer ces agrégats exactement dans notre zone de suivi, malgré l'affichage d'un projet scientifique en cours. Nous avons eu peur que ce « substrat nouveau » impacte l'utilisation potentielle de ceux proposés par l'étude mais au vu des volumes entreposés, nous avons dû faire avec.
- Dans un second temps, si la zone est censée avoir un accès restreint au public, de nombreux passages anthropiques ont été enregistrés, parmi lesquels le vol et tentative de vol d'une partie du matériel des nids artificiels. Les sites étant contrôlés tous les 3 jours, le matériel manquant à été remplacé aussi vite que possible.

En ce qui concerne l'apport d'agréats externes au projet, le spot-sampling a pu être poursuivi, l'utilisation des caméras pour le suivi maintenue, le champ de vision conservé et les données collectées. Ne pouvant pas réaliser de comparaison entre un suivi sans ces dépôts et un suivi avec, nous avons tout de même contrôlé l'éventuelle utilisation de ces agrégats par les iguanes de la zone suivie par l'étude. Aucune activité de creusement n'a été observée dans les agrégats et l'ensemble des observations de présence détectées a été enregistré comme présence d'iguane dans la zone autour des substrats de l'étude, comme il en aurait été le cas sans les tas d'agréats.

Concernant le vol de matériel, celui-ci a pu être remplacé sous 24h lors du constat et le suivi a donc pu être maintenu et poursuivi dans les conditions du protocole.

- Présence récurrente de chiens errants

Au regard des observations de traces sur les tas lors des suivis terrain, nous avons rapidement confirmé par vidéo la présence particulièrement récurrente de chiens errants sur le site de la Cimenterie. Leur fréquentation du site était quasiment journalière, toutes les nuits, et parfois à plusieurs reprises pendant la nuit (exemple en figure 27).



Figure 27 - Images de piège-caméra de chiens errants sur et autour des substrats de l'étude

La mise en perspective de cette fréquentation avec l'activité des iguanes constatée lors des suivis (figure 17) montre une **corrélation négative entre la présence des chiens et celle des iguanes**. Ainsi en semaine 8, on observe une présence des chiens multipliée par 2 par rapport aux autres semaines, et dans le même temps une absence (prolongée sur 3 semaines) des observations d'iguanes.

Si la raison de l'augmentation de la présence des chiens n'a pu être isolée du fait de leur caractère externe à l'étude, il se peut que l'implantation des nids en semaine 8 est déclenché un intérêt de la meute de chiens errants et potentiellement conduit à une sur-fréquentation. Toutefois, l'impact de cette sur-fréquentation du site par cette espèce prédatrice a vraisemblablement eu un impact fort sur la fréquentation par les iguanes.

Ainsi la présence et le comportement des espèces prédatrices sur les sites de régulation des populations d'iguanes communs doit être prise en compte dans la mise en œuvre des méthodes de lutte, en fonction des méthodologies et dispositifs déployés, pour ne pas obtenir de résultats contre-productifs.

Evaluation des protocoles mis en œuvre

- Concernant le spot-sampling :

La mise en place du spot-sampling à chaque suivi terrain a permis de caractériser la fréquentation des abords des zones de suivi des substrats sur les 2 sites. Elle a permis la collecte de données complémentaires, éclairantes pour l'analyse des résultats d'utilisation des substrats testés et des nids

artificiels proposés, tant pour caractériser l'utilisation des espaces directement en contact avec la zone d'étude (zones de 10 à 25m et plus de 25 m, figure 15) que pour cibler les zones d'implantation pertinente pour les nids artificiels. Le Spot-sampling sur le site de Batelière a ainsi permis de mettre en évidence la concentration d'iguanes dans une zone à plus de 25m des substrats proposés et donc d'orienter la pose des nids artificiels sur ce site, directement dans l'habitat préférentiel des iguanes du site. L'importance de ce protocole complémentaire nous a permis d'**optimiser les choix d'implantation** et de maximiser le succès des résultats recherchés puisque l'un des deux nids proposés a ensuite été visité.

- Concernant le suivi de l'activité des tas de substrats :

Il apparaît que la lecture des traces d'activité Iguane sur les substrats testés s'est révélée moins évidente qu'envisagé, de par leur granulométrie, leur densité et leur variation d'état en fonction des conditions météorologiques. Ainsi les copeaux se sont révélés peu compactables sous le poids des iguanes, donc difficiles à « lire ». La terre végétale fournie s'est révélée très compacte et agrégée, et donc également peu prompte à la déformation et marquage par le passage des iguanes. Enfin le sable lui s'est révélé facile à lire, mais les perturbations liées à l'utilisation par les autres animaux (chiens par exemple) ont pu rendre la lecture impossible au regard du pas de temps entre deux suivis.

Ces résultats démontrent la nécessité de coupler les suivis terrain avec un suivi par piège caméra en continu, afin de pouvoir corréliser la lecture faite des substrats avec l'activité réelle enregistrée en vidéo pour caractériser l'utilisation des substrats et/ou nids artificiels testés.

En effet, le **matériel et le protocole de suivi caméra déployés pour l'étude se sont révélés adaptés** à la collecte des données envisagée par l'étude. Ainsi le matériel mis en œuvre a atteint les objectifs fixés, en termes :

- De détection efficace des animaux : iguanes, oiseaux (même colibris), rats, chats, chiens, hommes, ... ont pu être détectés.
- D'utilisation sécurisée : discrétion d'implantation (homme/animaux) et système d'attache sécurisé validé.
- De temporalité intéressante : suivi opérationnel de jour comme de nuit, permettant une collecte d'information totale (détection des chiens présents uniquement de nuit, ...).
- De caractéristiques techniques adaptées : champs de détection, profondeur et sensibilité des capteurs adaptés à l'utilisation en milieu tropical, pour les espèces et plages horaires cibles.
- De qualité et modularité professionnelle : stabilité des plans, bonne qualité d'image et des données enregistrées (T, durée, ...), type et durée d'enregistrement modulables (ici vidéo plutôt que photo, pour 5s à chaque déclenchement), faible consommation, étanchéité fonctionnelle.

Il est toutefois à noter que des branches, de la végétation ou des ombres trop marquées dans le champ de vision (technologie de détection infra-rouge) conduisent à des déclenchements intempestifs non productifs. Ils génèrent un nombre important de données à rejeter après un visionnage chronophage pour contrôle préalable. Il est donc primordial de vérifier avec soin l'implantation des caméras, leurs angles de vue ainsi que le dégagement maximum du champ de prise de vue.

Enfin, le suivi des tas de substrats de ponte proposés aux iguanes durant l'étude a permis la collecte de très nombreuses données, **sans pour autant permettre de caractériser un substrat de ponte préférentiel sur les sites suivis.**

Il est possible que la mise à disposition de substrats n'ait pas pu répondre aux besoins de iguanes commun femelles pour la nidification (hauteur des tas, diamètre, densité des substrats, granulométrie, disposition, ...). Il est également très possible que les substrats n'aient pas installés de manière assez pérenne et ancienne pour intéresser les iguanes ; ou encore que la disponibilité naturelle du site en espaces de ponte et nids préalables aient fortement limité l'attrait des animaux pour les substrats d'étude proposés.

- Concernant le suivi de l'activité des nids artificiels :

Le protocole mis en œuvre pour tester les nids artificiels proposés s'est révélé en partie adapté au regard des résultats escomptés et obtenus. Ainsi, en ce qui concerne la méthodologie de suivi :

- le relevé d'activité dans les nids deux fois par semaine permet de suivre l'évolution éventuelle de l'utilisation du nid,
- la lecture des traces et évolution du substrat à l'intérieur du nid est facilement réalisée.

Toutefois, la confirmation de la nature des animaux ayant utilisé le nid, grâce aux pièges caméra peut se révéler particulièrement utile. La surveillance vidéo permet également de collecter les informations annexes ou données permettant d'expliquer une faible utilisation (prédateurs présents par exemple), des dégradations (origine variées), ou encore la corrélation entre l'implantation du nid et son utilisation différenciée (exemple : changement de l'orientation d'entrée par exemple).

Par ailleurs, le monitoring de la température à l'intérieur des nids est une donnée importante, que le défaut de fonctionnement du matériel employé pour l'étude n'a malheureusement pas permis de collecter correctement. Il serait opportun pour de futures études de pouvoir disposer d'outils de mesure de températures mini-maxi fiables, ce qui n'a pas pu être mis en œuvre ici faute de fournisseur adapté.

Les résultats d'utilisation obtenus pendant l'étude, existant mais assez succincts, tendent malgré tout à envisager la possibilité de faire évoluer le protocole proposé, afin de tester, par exemple, si l'ombrage des nids artificiels ou un enfouissement plus profond des nids pourraient conduire à en augmenter l'utilisation ou si une durée d'implantation plus longue (et plus en amont de la ponte) pourrait faciliter la désensibilisation des animaux à cet objet, étranger à leur environnement à T0.

Analyse des résultats observés

- Utilisation des substrats proposés :

Malgré l'impossibilité de caractériser un substrat de ponte préférentiel pour les iguanes communs sur les sites suivis, les résultats de l'étude mettent tout de même en évidence :

- la forte **curiosité des iguanes communs** envers des substrats ou dispositifs nouvellement introduits dans leur habitat,
- l'**attrait du sable** pour l'accomplissement du comportement d'**ensoleillement**,
- l'**impact de la présence de prédateurs** dans la zone sur l'activité des iguanes,

- la variabilité site- ou individu-dépendante des **comportements et utilisation de l'espace** (distances aux substrat très différentes pour les 2 sites malgré implantation et fréquentation humaine similaire).

En effet, les résultats de spot-sampling, couplé aux données d'activité iguanes des pièges caméra ont permis de mettre en évidence l'accomplissement de comportements variés (déplacement, socialisation, creusage, ensoleillement, ...) par les mêmes individus tout au long du suivi dans une fraction particulièrement restreinte à quelques m² sur le site de Batelière. Si le comportement de nourrissage n'a par exemple pas pu être observé pour ces individus sur la fraction concernée, la disponibilité alimentaire est toutefois présente en partie et la nature et temporalité des observations pourrait laisser penser à une **utilisation de micro-habitat** pour ces individus.



Figure 28 - Emplacement du micro-habitat suspecté pour les iguanes observés à Batelière – Vue de dessus



Figure 29 - Emplacement du micro-habitat suspecté pour les iguanes observés à Batelière – Vue latérale

- Utilisation des nids artificiels :

Le suivi des nids a mis en évidence la visite et le creusement progressif et évolutif de 2 nids artificiels. Les deux nids concernés ont présenté un creusement similaire en dimension, profondeur et répartition dans la chambre, ainsi que des traces identiques (Figures 22 à 26). Il semble donc que **les dispositifs proposés ai répondu en partie aux besoins de nidification des iguanes femelles des sites concernés.**

Du point de vue conceptuel, les nids artificiels proposés (cf. Fiche nid artificiel en annexe 5) ont utilisé un substrat intérieur en **terre végétale**, préconisée au regard de la littérature (Werner et Miller, 1984, Krysko et al, 2007, Lemm et al, 2010) et semblant effectivement être efficace pour une utilisation par les iguanes. Ce type de substrat pourra donc être utilisé à l'avenir.

Les **matériaux de construction** (plastiques moulés opaques et PVC) semblent adaptés pour l'usage envisagé. En effet, leur mise en œuvre a été aisée ; leur résistance aux conditions météorologiques et à l'utilisation par les animaux a été efficace (griffage) ; et leur pérennité pendant les 6 semaines de suivi et pour une réutilisation ultérieure est très bonne, aucune dégradation des dispositifs n'ayant été constatée. Les résultats de visite et creusements obtenus concernant l'utilisation des dispositifs par les iguanes mettent en évidence que le caractère opaque des nids artificiels proposés **semble correspondre aux besoins des iguanes communs en termes de paramètres pour chercher à nidifier.**

Concernant le modèle testé dans le protocole, du fait de l'absence de ponte effective et du creusement jusqu'au fond des nids, il se pourrait que la dimension de la chambre dans les nids ne se soit pas révélée

assez volumineuse pour les animaux. Si le creusement des chambres artificielles jusqu'au fond du nid laisse à penser à **une dimension trop peu profonde du dispositif**, l'absence de ponte dans les nids visités peut également s'expliquer par d'autres facteurs, comme un processus de creusement du nid en cours et interrompu par la fin de l'étude, une température inadaptée, ou encore une source de dérangement externe, ...

En ce qui concerne l'orientation d'entrée des nids, le peu de données collectées ne permet pas de mettre en évidence une relation entre l'orientation des tubes d'entrée avec l'utilisation des nids. Toutefois, il apparaît que le nid finalement creusé à Batelière ne l'ait été qu'après qu'il ai été retourné vers le lieu de passage privilégié des iguanes, par un passant curieux qui a manipulé le dispositif et ne la pas remplacé dans sa position d'origine (figures 30 et 31).



Figure 30 - Cliché du piège caméra B2 du 15/03/22 attestant de la position initiale du nid B2 et des axes de circulation principaux des iguanes observés dans le champ.



Figure 31 - Cliché du piège caméra B2 le 18/03/22, attestant de la nouvelle position du nid B2 après manipulation externe, et des axes de circulation principaux des iguanes observés dans le champ.

Il semble donc être important de prendre en compte l'utilisation spatiale de l'habitat par les animaux pour optimiser l'utilisation de nids artificiels à implanter. En effet, les images de piège caméra ont confirmé la fréquentation quotidienne très importante de la zone par les iguanes du site, selon des axes de déplacements assez constants (flèches jaunes). Dès lors que l'entrée du nid a été orientée sur cet axe de déplacement, ce dernier a été visité par les individus.

Enfin, les longueurs des tubes d'accès à la chambre de ponte ne semblent pas avoir de lien avec l'utilisation ou non des nids par les iguanes, les deux longueurs proposées ayant été utilisées par les iguanes lors de l'étude. Le diamètre de tube utilisé pour l'étude semble être adapté à la taille des femelles ayant exploré les 2 nids visités.

Le faible taux de visite ou utilisation de 2 nids, sur les 8 testés, pourrait ainsi dépendre de diverses hypothèses qu'il serait intéressant de confirmer grâce à des mises en œuvre futures.

Ainsi en termes,

- De conception : les dimensions de la chambre de nidification semblent importantes pour les femelles et peuvent ici avoir été trop peu profondes.
- D'implantation des nids artificiels : les éventuels micro-habitats et de leur utilisation par les individus pourraient impacter l'intérêt des individus pour les dispositifs (axes de trajets, ...)
- D'ombrage ou d'enfouissement partiel ou total : malgré le problème de monitoring des températures, la température interne du nid n'a peut-être pas été idéalement compatible avec une utilisation par les animaux.
- De disponibilité naturelle en sites de ponte sur les espaces à traiter : les nids préalables ou les formations naturelles du site déjà compatibles pour la ponte sont forcément limitants pour l'utilisation de nids artificiels.
- De temporalité : le moment de déploiement au cours de la saison de ponte a pu ne pas être optimum malgré l'attention portée, notamment au regard des éventuelles odeurs des matériaux et manipulateurs, qui ont potentiellement retardé l'exploration des dispositifs par les iguanes.
- De comportement connu : la tendance à la réutilisation naturelle des anciens nids par les femelles en recherche d'économie énergétique a pu limiter l'exploration des dispositifs. Toutefois des dispositifs implantés depuis une saison précédente et /ou précédemment utilisés pourraient éventuellement représenter un avantage pour ces mêmes femelles.
- De facteurs externes : la pression de prédation sur le site de la Cimenterie a impacté l'activité des iguanes sur la zone suivie, et probablement aussi leur attrait pour les nids artificiels du site.

Recommandations à envisager :

Grâce à l'éclairage apporté par les résultats de cette étude et leur analyse sur les activités des iguanes communs en zone portuaire de Fort-de-France, on peut retenir différents points pour améliorer la régulation des populations invasives d'*Iguana iguana* en Martinique.

Ainsi l'utilisation du **spot-sampling** pour caractériser la fréquentation des sites suivis et mettre en évidence l'utilisation spatiale des espaces étudiés est un outil efficace qu'il peut être pertinent de reconduire dans le cadre de futurs suivis concernant les Iguanes communs.

La **terre végétale comme substrat de ponte** pour les iguanes communs semble particulièrement adaptée à répondre à leurs besoins de nidification et est une solution technique facile à mettre en œuvre par des gestionnaires au regard de sa disponibilité, naturelle ou commerciale, et les conditionnements qui peuvent être envisagés (sacs, vrac, ...).

Enfin, dans l'optique de poursuivre les investigations pour offrir aux gestionnaires des espaces naturels impactés par la surabondance d'iguanes communs, les **propositions d'améliorations** suivantes pourraient être pertinentes à mettre en œuvre pour l'utilisation future de nids artificiels dans le cadre de la lutte contre l'iguane commun. Les nids à envisager pourraient ainsi :

- Être de forme identique mais avec un volume de chambre de nidification plus important,
- Utiliser des matériaux et substrat identiques,
- Bénéficier d'une implantation en amont de la saison et être laissés plus longtemps (voire d'une année sur l'autre),
- Être positionnés plus enterrés,
- Être proposés en format beaucoup plus volumineux (type conteneur 500l) pour envisager d'attirer plusieurs femelles au cours de la saison de ponte et permettre ainsi une mise en œuvre centralisée, sécurisée et à l'opérationnel aisé pour les gestionnaires d'espaces naturels disposant des moyens nécessaires (cf. Fiche Modèle Nid)

Des options d'optimisation peuvent être également envisagées, comme :

- Être dotés d'un système de trapping pour collecter les femelles qui entrent,
- Proposer des solutions d'appâtage pour attiser l'attrait des femelles. Le déterminisme de la recherche et du choix du nid étant méconnu, des tentatives olfactives pourraient par exemple être envisagées (exuvies, œufs, ...)

Enfin, en cas d'étude à poursuivre, les dispositifs devront :

- Bénéficier d'un suivi vidéo et d'un monitoring de température interne en cas d'étude, non nécessaire en opérationnel par les gestionnaires.

Il apparaît donc que grâce aux résultats préliminaires ténus mais encourageants de cette étude sur l'utilisation par les iguanes communs des nids artificiels proposés, des tests supplémentaires pourraient permettre d'améliorer efficacement la conception de dispositifs plus efficaces.

Ainsi, les données recueillies, couplées aux pistes de réflexion et d'amélioration, laissent à penser que l'emploi de nids artificiels basés sur le modèle proposé (fiche de modèle de Nid) pourrait être une solution économique, répliquable et transférable, complémentaire aux moyens de lutte actuels déjà mis en œuvre, pour intervenir concrètement sur la dynamique de croissance des populations invasives d'iguanes communs.

Bibliographie

A

Angin B., Ardops Environnement, 2017, Plan National d'Actions pour le rétablissement de l'iguane des petites Antilles, *Iguana delicatissima*, 2018-2022. 67p. + annexes

Angin B., Warret Rodrigues C. et Belfan D. (Le Carouge) 2020. Mise en place d'un suivi de la population d'Iguane rayé *Iguana iguana* dans les zones portuaires de Fort de France et du Lamentin (Martinique)

Ardops Environnement, 2019, PLAN DE LUTTE CONTRE L'IGUANE COMMUN (*IGUANA IGUANA*) AUX ANTILLES FRANÇAISES - 2019-2023

B

Breuil, M. (2002). Histoire naturelle des Amphibiens et Reptiles terrestres de l'archipel Guadeloupéen : Guadeloupe, Saint-Martin, Saint-Barthélemy : Basse-Terre, Grande-Terre et les îlets satellites, Marie-Galante, Les Saintes, la Désirade, les îles de la Petite Terre, Saint-Martin et les îlets satellites, Saint-Barthélemy et les îlets satellites. Paris, France : Muséum national d'histoire naturelle.

Breuil, M., Guiougou, F., Questel, K., & Ibéné, B. (2009). Modifications du peuplement herpétologique dans les Antilles françaises. Disparitions et espèces allochtones. 1ère partie : Historique-Amphibiens. *Le Courrier de la Nature*, 249, 30-37.

C

Charlier, C., & Plomteux, G. (2002). Effets perturbateurs endocriniens des pesticides organochlorés. *Acta Clinica Belgica. Supplementum*, (1), 2-7.

D

Delbois M. (2022). Étude des caractéristiques de sélection des substrats de ponte par l'iguane commun (*I. iguana*) en milieu urbanisé en Martinique et développement de méthodologies de piégeage des pontes en nids artificiels. Mémoire de Master 2 Gestion de l'Environnement – Université des Antilles – 63p.

E

Engeman, R., Smith, H., & Constantin, B. (2005). Invasive green iguanas as airstrike hazards at San Juan International Airport, Puerto Rico. *Journal of Aviation-Aerospace Education and Research*, 14(3), 45-50.

Engeman, R. M., Sweet, E. M., & Smith, H. T. (2005). *IGUANA IGUANA (Green Iguana). PREDATION*. USDA National Wildlife Research Center-Staff Publications, 25.

F

Falcón, W., Ackerman, J. D., & Daehler, C. C. (2012). March of the green iguana: Non-native distribution and predicted geographic range of *Iguana iguana* in the Greater Caribbean Region. *Reptiles & Amphibians*, 19(3), 150-160.

Falcón, W., Ackerman, J. D., Recart, W., & Daehler, C. C. (2013). Biology and impacts of Pacific Island invasive species. 10. *Iguana iguana*, the Green Iguana (Squamata: Iguanidae) 1. *Pacific Science*, 67(2), 157-186.

G

Guyomard-Rabenirina, S., Weill, F. X., Le Hello, S., Bastian, S., Berger, F., Ferdinand, S. Legreneur, P., Loraux, C., Malpote, E., Muanza, B., Richard, V., Talarmin, A., Breurec, S. (2019). Reptiles in Guadeloupe (French West Indies) are a reservoir of major human *Salmonella enterica* serovars. *PLoS One*, 14(7), e0220145.

H

Hernández, M., & Margalida, A. (2008). Pesticide abuse in Europe: effects on the Cinereous vulture (*Aegypius monachus*) population in Spain. *Ecotoxicology*, 17(4), 264-272.

K

Krysko, K. L., Enge, K. M., Donlan, E. M., Seitz, J. C., & Golden, E. A. (2007). Distribution, natural history, and impacts of the introduced green iguana (*Iguana iguana*) in Florida. *Iguana*, 3(1), 2-17.

L

Lazell Jr, J. D. (1973). The lizard genus *Iguana* in the Lesser Antilles. El género de lagartijas *Iguana* en las Antillas Menores. *Bulletin of the Museum of Comparative Zoology.*, 145(1), 1-28.

Lemm, J. M., Lung, N., & Ward, A. M. (2010). Husbandry manual for West indian iguanas.

López-Torres, A. L., Claudio-Hernández, H. J., Rodriguez-Gomez, C. A., Longo, A. V., & Joglar, R. L. (2012). Green Iguanas (*Iguana iguana*) in Puerto Rico: is it time for management? *Biological invasions*, 14(1), 35-45.

M

Moss, J. B., Welch, M. E., Burton, F. J., Vallee, M. V., Houlcroft, E. W., Laaser, T., & Gerber, G. P. (2018). First evidence for crossbreeding between invasive *Iguana iguana* and the native rock iguana (Genus *Cyclura*) on Little Cayman Island. *Biological Invasions*, 20(4), 817-823.

N

Newton, I., Wyllie, I., & Dale, L. (1997). Mortality causes in British barn owls (*Tyto alba*), based on 1,101 carcasses examined during 1963-1996. In *General Technical Report NC 1997* (pp. 299-307). United States Department of Agriculture Forest Service Winnipeg, Manitoba, Canada.

P

Pratt, N. C., Alberts, A. C., Fulton-Medler, K. G., & Phillips, J. A. (1992). Behavioral, physiological, and morphological components of dominance and mate attraction in male green iguanas. *Zoo Biology*, 11(3), 153-163.

R

Rivero, J. A. (1998). *Amphibians and reptiles of Puerto Rico*. La Editorial, UPR.

Rodda, G. H. (1992). *The mating behavior of Iguana iguana*.

S

Shore, R. F., Birks, J. D., & Freestone, P. (1999). Exposure of non-target vertebrates to second-generation rodenticides in Britain, with particular reference to the polecat *Mustela putorius*. *New Zealand Journal of Ecology*, 199-206.

T

Townsend, J. H., Krysko, K. L., & Enge, K. M. (2003). Introduced iguanas in southern Florida: a history of more than 35 years. *Iguana*, 10(4), 111-118.

V

Vuillaume, B., Valette, V., Lepais, O., Grandjean, F., & Breuil, M. (2015). Genetic evidence of hybridization between the endangered native species *Iguana delicatissima* and the invasive *Iguana iguana* (Reptilia, Iguanidae) in the Lesser Antilles: management implications. *PloS one*, 10(6), e0127575.

Annexes

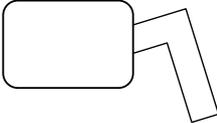
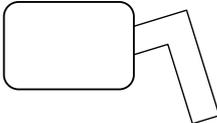
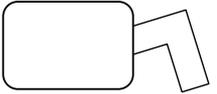
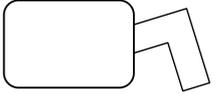
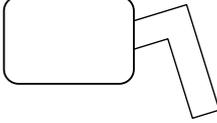
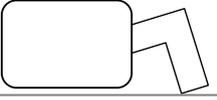
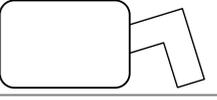
Annexe 1 : Planning de suivi

janv-22				févr-22				mars-22				avr-22			
S	1			M	1			M	1			V	1		M
D	2			M	2			M	2			S	2		
L	3			J	3			J	3			D	3		
M	4			V	4	M		V	4	N+M		L	4		
M	5			S	5			S	5			M	5		
J	6			D	6			D	6			M	6		
V	7			L	7	M		L	7	M		J	7		
S	8			M	8			M	8			V	8		N
D	9			M	9			M	9			S	9		
L	10			J	10			J	10			D	10		
M	11			V	11	M		V	11	M		L	11		
M	12	Pose		S	12			S	12			M	12		
J	13			D	13			D	13			M	13		
V	14	N+M		L	14	M		L	14	M		J	14		
S	15			M	15			M	15			V	15		
D	16			M	16			M	16			S	16		
L	17	N+M		J	17			J	17			D	17		
M	18			V	18	M		V	18	M		L	18		
M	19			S	19			S	19			M	19		
J	20			D	20			D	20			M	20		
V	21	N+M		L	21	Pose		L	21	M		J	21		
S	22			M	22			M	22			V	22		
D	23			M	23			M	23			S	23		
L	24	M		J	24			J	24			D	24		
M	25			V	25	N+M		V	25	M		L	25		
M	26			S	26			S	26			M	26		
J	27			D	27			D	27			M	27		
V	28	M		L	28	N+M		L	28	M		J	28		
S	29							M	29			V	29		
D	30							M	30			S	30		
L	31	M						J	31						

 : Durée étude
 N+M : Suivi des tas de substrats
 N+M : Suivi tas de substrats + Nids artificiels

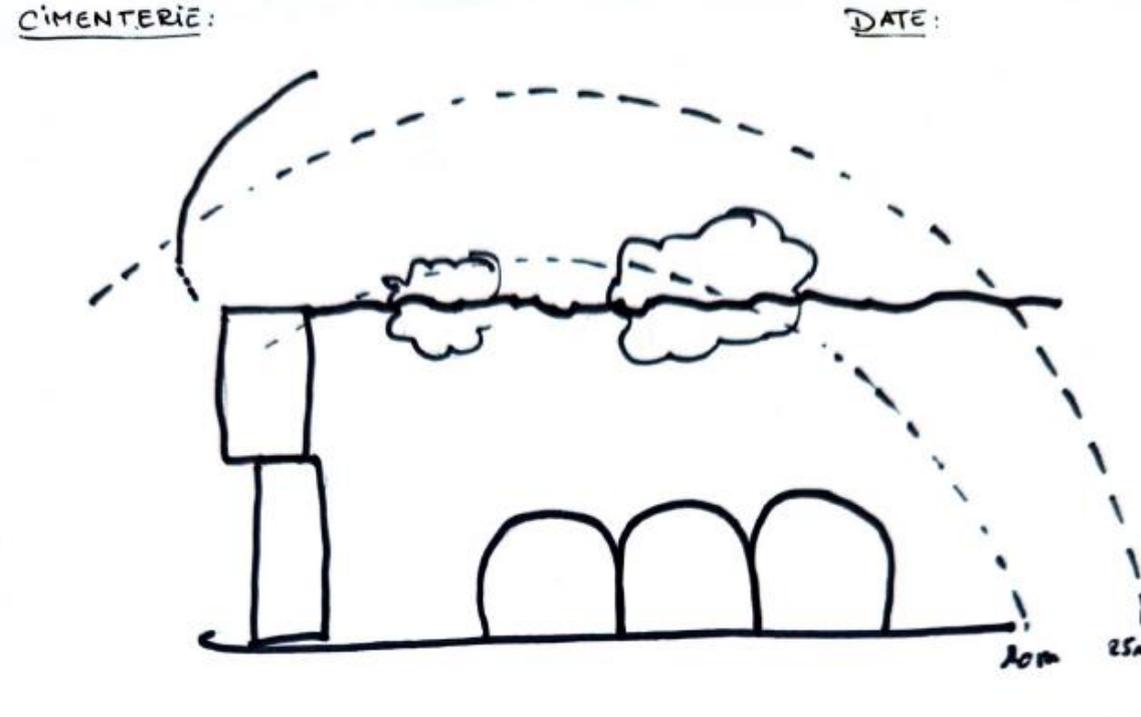
Annexe 2 : Fiches de relevés

A- Fiche de Relevé Terrain

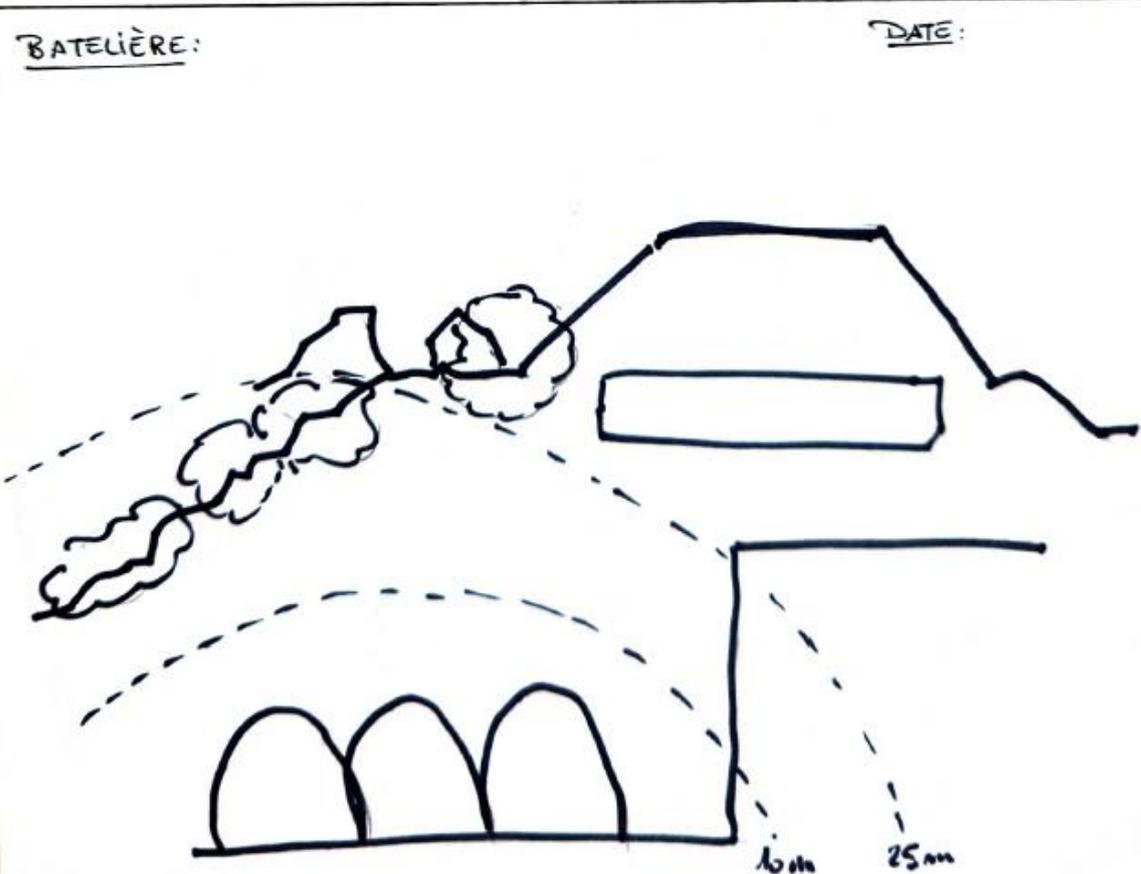
SUIVI NIDS	Date :		H:		Opérateur :			
Pluie jour :	T :	V :						
Pluie veille :	T :	V :						
	C1	C2	P1	P2	B1	B2	M1	M2
Observation directes :								
- présence IC + comportement :								
- présence autre SP + SP :								
- autre :								
Activités Iguanes :								
Trace queue entrée								
Trace queue dedans								
Creusage tuyau								
Creusage dedans								
Ponte								
Autre :								
Activités autres :								
- Passage autre SP * + SP :								
- Creusage autre SP + SP :								
- Action anthropique								
- autre:								
Photos des nids :								
Températures mini/maxi dans les nids								
Remarques :								
Localisation :								
C1				B1				
C2				B2				
P1				M1				
P2				M2				

B – Fiche de Relevé Spot-sampling

CIMENTÈRIE: DATE:



BATELIÈRE: DATE:



The form consists of two hand-drawn sketches. The top sketch, labeled 'CIMENTÈRIE', shows a path leading to a building with a gabled roof. A dashed line indicates a 20m x 25m area. The bottom sketch, labeled 'BATELIÈRE', shows a building with a gabled roof and a path leading to a fenced area with three arches. A dashed line indicates a 20m x 25m area.

Placement des individus : X sur la carte + horaire observation
Caractérisation : Classe d'âge (Ad / Sub-ad/ Juv) + Sexe (M/F/Ind)

Annexe 3 : BDD Relevés terrain

Cf fichier numérique joint au dossier

Annexe 4 : BDD Relevés pièges caméra

Cf fichier numérique joint au dossier

Annexe 5 : Fiche Modèle de Nid artificiel Iguane Commun

FICHE PRATIQUE : MODÈLE de NID ARTIFICIEL IGUANE COMMUN

<p>Matériaux :</p> <p>Caisse : Plastique rigide opaque 125l Couvercle à pivot permettant ouverture Fond percé de trous 4,5mm pour drainage</p> <p>Coude + tube : PVC de plomberie Diamètre 140 mm Côté sol percé pour drainage et intérieur poncé au gros grain</p> <p>Joins et jonctions : Adhésif PVC noir L 5 cm ou Ductape fibré L 5 cm</p> <p>Substrat : Terre végétale non compacte Remplissage 2/3 du volume de la caisse</p>	<p>Schéma Modèle « Individuel »</p>
---	--

<p>Matériaux :</p> <p>Caisse : Conteneur déchets 500l Couvercle à pivot Fond percé de trous pour drainage</p> <p>Coude + tube : PVC diamètre 140 mm Côté sol percé pour drainage et intérieur poncé au gros grain</p> <p>Joins et jonctions : Adhésif PVC noir L 5 cm ou Ductape fibré L 5 cm</p> <p>Substrat : Terre végétale non compacte Remplissage 2/3 du volume de la caisse, à ras du bas du tube d'entrée</p>	<p>Schéma Modèle « Collectif »</p>
--	---

<p>Implantation :</p> <ul style="list-style-type: none"> • Enterrer la caisse dans un endroit ombragé, jusqu'à affleurement du couvercle. • Recouvrir le couvercle en place d'un géotextile et de terre végétale. • S'assurer de pouvoir ouvrir le couvercle pour les contrôles et collecte hebdomadaire des œufs.
--