

Étude et suivi des fourmilières de *Formica rufa* sur l'ENS du Bois des Jarries (St-Mars-la-Réorthe, Vendée) – Rapport 2022

François Bétard

Août 2022

Pour le Conseil départemental de la Vendée

Pôle Territoires et Collectivités - DEAP / Service Nature

Sommaire

Avant-propos	2
1. Bref rappel de la méthodologie	3
2. Résultats 2022 et premières tendances évolutives 2020-2022	4
3. Aménagement forestier, gestion et valorisation du site	7
4. Conclusions et perspectives	10
5. Bibliographie.....	12

Avant-propos

Après deux premiers rapports publiés en 2020 et 2021, ce rapport 2022 présente brièvement les résultats de la troisième année du suivi des fourmilières de *Formica rufa* sur l'Espace Naturel Sensible du Bois des Jarries (Saint-Mars-la-Réorthe – 85). Les résultats des mesures morphométriques sont comparés à ceux des années précédentes et permettent de dégager de premières tendances évolutives. Les impacts du réchauffement climatique sur les populations de fourmis rousses, en particulier les effets induits par la sécheresse et les fortes températures enregistrées en juillet 2022 sur l'activité des nids, sont discutés à la lumière des relevés et des observations de terrain. Le rapport se termine par quelques remarques relatives à l'aménagement forestier et par des perspectives de recherche étendues.

Pour citer ce rapport : Bétard F. (2022). *Étude et suivi des fourmilières de Formica rufa sur l'ENS du Bois des Jarries (St-Mars-la-Réorthe, Vendée) – Rapport 2022*. Conseil départemental de la Vendée, Université Paris Cité & UMR Prodig, 12 p.

1. Bref rappel de la méthodologie

L'objectif de cette étude est de réaliser un suivi pluriannuel des dômes de *Formica rufa* sur l'ENS du Bois des Jarries afin d'évaluer l'état et l'évolution des populations sur un minimum de cinq années (2020-2024). Le protocole, adapté de Torossian (1979), repose sur une étude qualitative et quantitative des fourmilières le long de transects par bande, représentatifs des différents types de peuplements forestiers (fig. 1 ; pour le détail du protocole de suivi, voir Bétard, 2020). Les relevés de cette année ont été effectués à la même période que les années précédentes, sur deux journées (1^{er} et 2 août 2022), par un temps ensoleillé et une température maximale de 27°C.

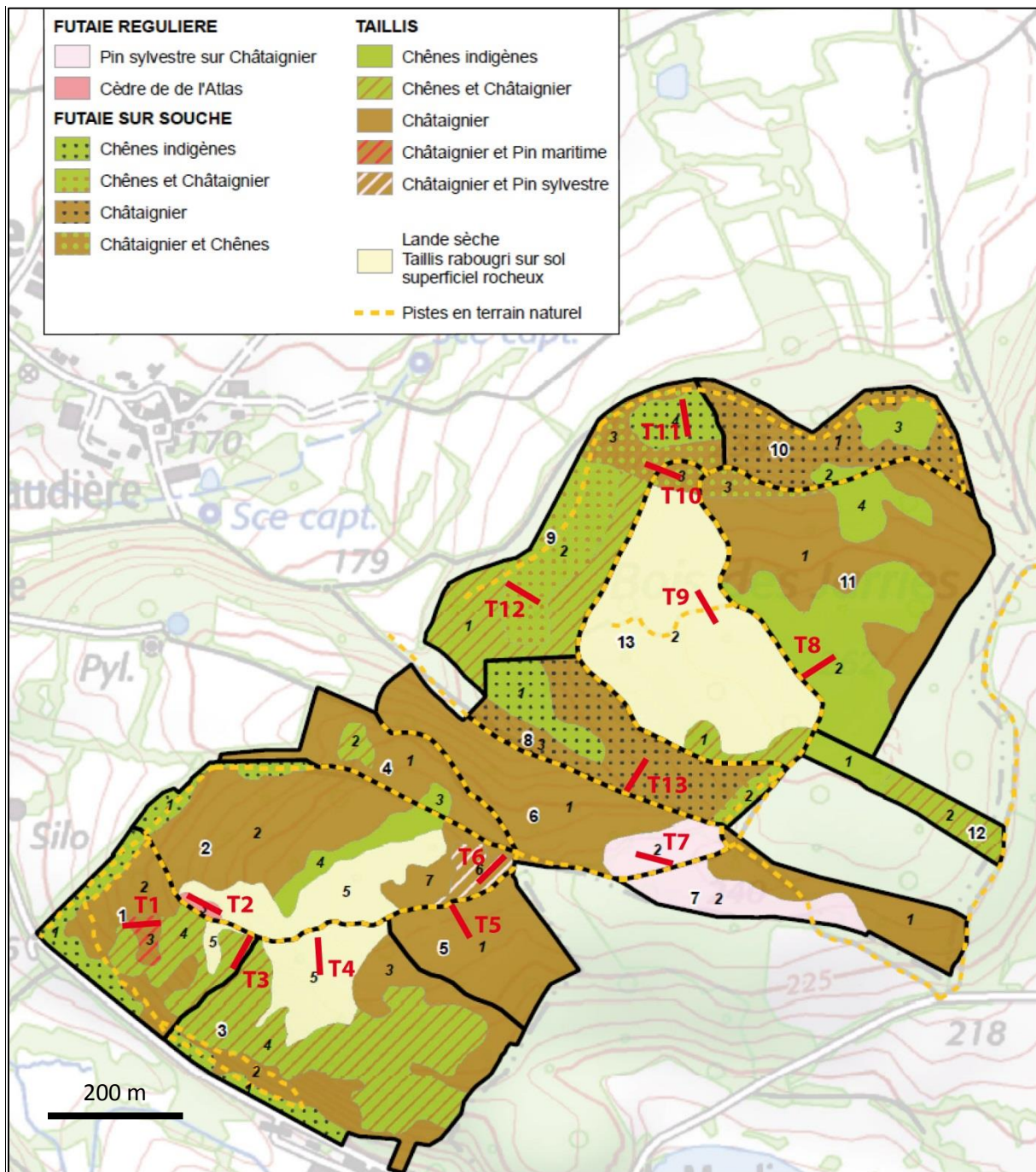


Fig. 1 – Plan d'échantillonnage par transects en fonction des types de peuplements forestiers (fond cartographique d'après ONF, 2019).

2. Résultats 2022 et premières tendances évolutives 2020-2022

Les résultats des mesures effectuées à l'été 2022 et les indices calculés sont synthétisés dans le tableau 1 (ci-dessous). Une nouvelle inspection des transects n°1, 5 et 11 en 2022 n'a révélé l'apparition d'aucun nid dans ces emprises depuis le début du suivi. Les transects n°6 et 7 des parcelles mixtes conservent les biovolumes totaux les plus élevés (autour de 3,8 m³ sur chacune des deux emprises), suivis du transect n°13 (2,47 m³) et des transects n°8 et 9 (2,17 m³) des parcelles de feuillus. Les transects des milieux les plus ouverts (futaie de cèdres de l'Atlas et lande à bruyères) affichent uniquement des valeurs de nécrovolume, les nids observés étant tous inactifs ou en voie d'abandon. Il s'agit peut être de l'impact de la forte sécheresse et des fortes températures de la première partie de l'été 2022, dans des parcelles où les nids sont peu et non protégés par l'ombre des arbres (voir plus bas). En dehors des milieux ouverts, c'est le transect n°8 (taillis de chênes sur sol superficiel) qui affiche l'indice nécrotique le plus élevé (0,27), avec quatre nids abandonnés ou en cours d'abandon sur les six nids que compte l'emprise de ce transect. La baisse de l'activité des nids est une tendance générale qui s'observe un peu partout au Bois des Jarries à l'été 2022, comparativement aux deux années précédentes (fig. 2), sans doute à mettre en relation avec une sécheresse climatique et édaphique accentuée.

Tab. 1 – Principaux paramètres myrmécologiques mesurés sur les 13 transects représentatifs de chaque type de peuplement forestier en 2022.

N° Transect	N° Parcelle forestière	Type de peuplement forestier	Nb total de dômes	Nb de P.D.	Nb de D.M.	Nb de G.D.	Biovolume total (m ³ /1000 m ²)	Nécrovolume total (m ³ /1000 m ²)	Biovolume moyen (m ³)	Indice nécrotique
1	1	Taillis de châtaigniers et pins maritimes	0	0	0	0	0,00	0,00	0,00	0,00
2	2	Futaie de cèdres de l'Atlas	2	0	2	0	0,00	0,25	0,00	-
3	1-3	Taillis de chênes et châtaigniers	2	0	1	1	1,23	0,00	0,62	0,00
4	3	Lande sèche à bruyères	1	0	1	0	0,00	0,14	0,00	-
5	5	Taillis de châtaigniers	0	0	0	0	0,00	0,00	0,00	0,00
6	2	Taillis de châtaigniers et pins sylvestres	6	0	2	4	3,83	0,29	0,96	0,08
7	6	Futaie de pins sylvestres sur châtaigniers	6	1	2	3	3,87	0,05	0,97	0,01
8	11	Taillis de chênes	6	0	3	3	2,17	0,59	0,97	0,27
9	13	Taillis rabougré sur sol rocheux superficiel	4	1	0	3	2,17	0,03	0,72	0,00
10	9-13	Futaie de châtaigniers et chênes	3	0	1	2	1,99	0,03	0,99	0,03
11	9	Futaie de chênes	0	0	0	0	0,00	0,00	0,00	0,00
12	9	Futaie de chênes et châtaigniers	2	0	1	1	0,88	0,12	0,88	0,14
13	8	Futaie de châtaigniers	3	0	1	2	2,47	0,00	0,82	0,00

P.D. : petit dôme de moins de 32 dm³ ; D.M. : dôme moyen de 32 dm³ à 256 dm³ ; G.D. : gros dôme de 256 dm³ à 2 048 dm³.

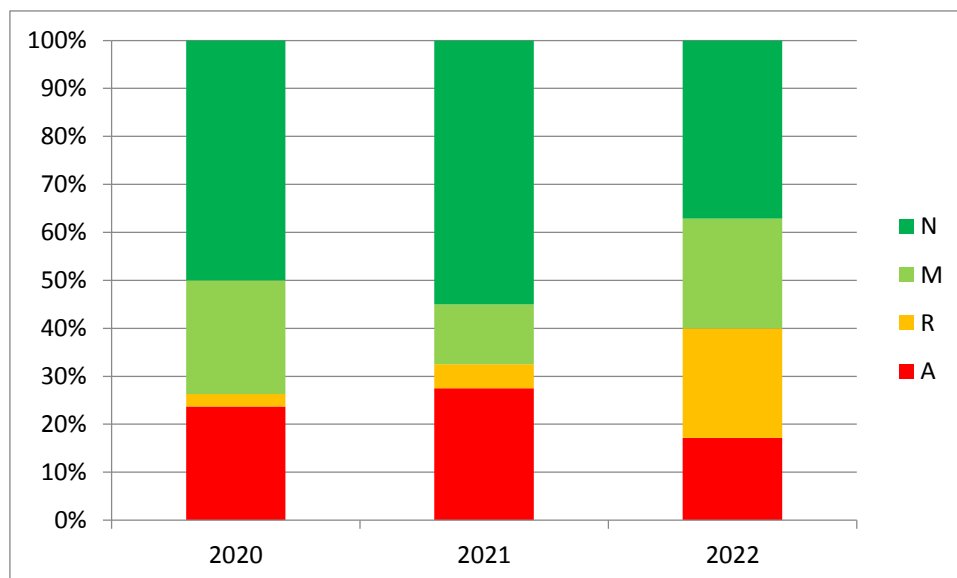


Fig. 2 – Niveau d'activité des nids selon les années sur l'ensemble des 13 transects étudiés. N : nombreuses ouvrières sur le nid ; M : activité moyenne ; R : quelques rares ouvrières sur le dôme ; A : nid abandonné.

En effet, les effets du réchauffement climatique semblent avoir des conséquences négatives sur les populations de *Formica rufa*¹, une espèce de distribution eurasiatique absente des régions méditerranéennes (en dehors des massifs possédant un étage montagnard). À moyen terme, la remontée progressive des isothermes vers le nord lui est donc défavorable, particulièrement pour les populations du Bois des Jarries situées en limite d'aire de répartition – l'espèce étant absente du domaine subméditerranéen aquitain. Selon Sorvari (2022), des sécheresses prolongées seraient nocives pour l'espèce, bien que cela n'ait pas encore été étudié en détail. Pendant les relevés de début août 2022, les nombreuses observations de fourmis mortes transportées par des ouvrières sur les sentiers du Bois des Jarries pourraient bien être symptomatiques de l'impact délétère d'un été particulièrement chaud et sec sur les populations de fourmis rousses. Par ailleurs, Sorvari *et al.* (2011) ont montré que l'adoucissement des hivers augmentait la mortalité des ouvrières et perturbait la phénologie des colonies. De façon générale, les changements thermiques et les modifications des régimes de précipitations induisent un stress chez les fourmis rousses des bois (Gouraud, 2021) et constituent des menaces sérieuses pour la survie des colonies, surtout si d'autres perturbations comme des coupes à blanc viennent s'ajouter aux effets directs et indirects des changements climatiques (risques de feux de forêt, développement de pathogènes, etc.).

Malgré ces menaces et l'occurrence d'anomalies pluviothermiques importantes au premier semestre 2022, on n'observe pas de décroissance globale des populations de *Formica rufa* si l'on se réfère à l'évolution des biovolumes totaux entre 2020 et 2022 sur l'ensemble des transects étudiés (fig. 3). Comme nous en avons fait l'hypothèse lors des relevés de l'année précédente (Bétard, 2021), il semble que des mécanismes de compensation à l'intérieur des parcelles, voire entre les parcelles à l'échelle du site, agissent en faveur d'un maintien des populations sans effet notable sur le biovolume total des nids. Si les dômes fortement exposés des milieux ouverts et des lisières sud semblent avoir particulièrement souffert de la chaleur et

¹ Les fourmis sont des animaux ectothermes (*i.e.* ne produisant pas de chaleur interne) et dépendent donc de la température extérieure, ce qui les rend *de facto* très vulnérables aux changements climatiques. Toutefois, les fourmis rousses des bois ont la particularité de construire des dômes d'aiguilles et de brindilles dont l'architecture particulière permet de réguler la température à l'intérieur du nid, en été comme en hiver (thermorégulation).

de la sécheresse printanière et estivale en 2022 (nombreux nids dégradés et abandonnés), ceux exposés au nord et des milieux plus fermés connaissent une activité normale au moment des relevés, avec des biovolumes moyens qui ont parfois augmenté depuis le début du suivi. Ces mécanismes de compensation conduisent à une sorte d'équilibre dynamique, mais ce dernier reste fragile et dépend notamment de l'intensité et de la combinaison des différents facteurs de perturbation d'origine naturelle et/ou anthropique.

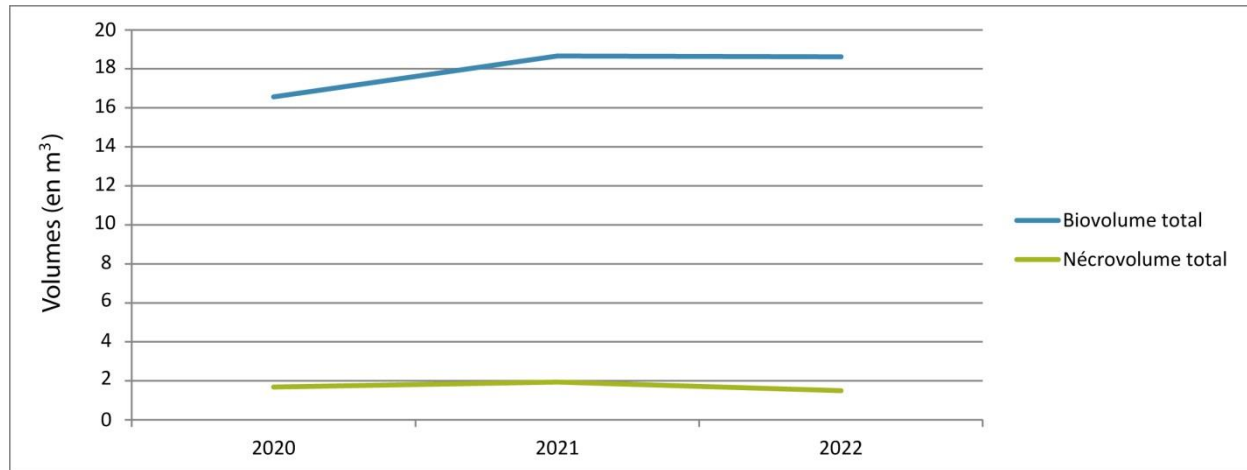


Fig. 3 – Évolution du biovolume et du nécrovolume totaux de *Formica rufa* entre 2020 et 2022 sur les 13 transects étudiés de l'ENS du Bois des Jarries.

En dehors des transects étudiés, nous avons entrepris depuis 2020 le suivi du plus gros dôme de fourmilière sur le site. Ce dernier, situé en bordure de sentier en limite de la parcelle forestière n°2, apporte des informations intéressantes et complémentaires aux relevés et interprétations fournies ci-dessus. En 2020, il s'agissait d'un gros nid d'un biovolume estimé à 1,9 m³. Celui-ci avait ensuite subi une forte détérioration en 2021 (cause inconnue) qui s'était accompagnée d'une relocalisation partielle de la colonie dans un nouveau dôme en cours d'édification à proximité. Lors des relevés effectués cette année, le dôme édifié en 2021 était déjà fortement dégradé et en voie d'abandon, et un nouveau nid, situé à moins de 10 mètres du nid initial, s'était déjà constitué avec un biovolume mesuré de 2,4 m³ accumulé en moins d'un an (fig. 4)². Cela montre une fois de plus la forte résilience de la colonie et sa capacité à construire une nouvelle fourmilière de grande taille en un temps très court³.

En somme, malgré une sécheresse exceptionnelle et des conditions pédo-bio-climatiques défavorables telles que constatées au milieu de l'été 2022, l'état de santé des populations de fourmis rousses du Bois des Jarries ne présente pas de signes inquiétants de déclin. Seule l'activité des nids semble ralentie dans les secteurs les plus exposés aux rayons du soleil et à la sécheresse du sol. Le suivi des prochaines années sera déterminant pour confirmer les premières tendances et surveiller l'état de santé des nids au sein de l'écosystème forestier.

² Un tel biovolume permet de le classer parmi les « très gros nids » tels que définis par Torossian (1979).

³ A noter que le nouveau nid, très actif au moment des relevés d'août 2022, était connecté par une piste aux deux anciens nids en cours d'abandon. Cette piste se prolongeait verticalement sur le tronc d'un pin sylvestre, source de nourriture abondante et de proximité pour la colonie (miellat sécrété par les pucerons des aiguilles).



Fig. 4 – Nouveau dôme (classé dans la catégorie des « très gros nids » $>2,048\text{ m}^3$) édifié en moins d'un an en bordure de sentier, en limite de la parcelle forestière n°2. Photo : F. Bétard, 1^{er} août 2022.

3. Aménagement forestier, gestion et valorisation du site

Dans nos deux précédents rapports (Bétard, 2020, 2021), nous avons été amenés à pointer de potentiels problèmes liés à la gestion sylvicole et à la fréquentation du site pouvant avoir un impact négatif sur les populations de fourmis rouges du Bois des Jarries. En ce qui concerne d'abord les pratiques de gestion sylvicole, nous n'avons pas observé cette année de dégradations de nids consécutives à des travaux forestiers ou d'enlèvement de bois sur les parcelles qui font l'objet de suivis par transects, alors que de telles dégradations étaient relativement nombreuses en 2021. C'est un point positif qu'il faut souligner. En revanche, une coupe claire (proche de la coupe totale, puisque seuls quelques pins sylvestres isolés ont été épargnés par l'opération) a affecté la quasi-totalité de la parcelle n°6 gérée en taillis de châtaigniers. Ce type d'opération reste fortement dommageable pour les colonies de *Formica rufa*, en raison du changement brutal d'environnement et de conditions microclimatiques de leur habitat. Seul point positif : les quelques pins sylvestres épargnés par la coupe aideront peut être les colonies de fourmis rouges affectées par l'opération sylvicole à recoloniser la parcelle, rappelant que les pins servent non seulement à la construction des fourmilières (par les aiguilles tombées au sol), mais aussi de garde-manger pour les fourmis rouges des bois (par l'élevage des pucerons des aiguilles et l'exploitation de leur miellat par les ouvrières affectées à ces tâches). Si les coupes d'éclaircie sont inévitables dans une forêt multifonctionnelle comme celle du Bois des Jarries, il paraît indispensable de limiter au maximum l'impact de telles opérations sur les fourmilières dans les parcelles concernées.



Fig. 5 – Coupe claire récente effectuée sur la parcelle forestière n°6, avec maintien des pins sylvestres.
Photo : F. Bétard, 1^{er} août 2022.

En ce qui concerne la fréquentation du site et les dérangements ou dégradations que celle-ci occasionne parfois sur la myrmécofaune et ses habitats, il faut souligner une amélioration notable au titre de la prévention, en lien avec la pose récente d'une signalétique aux différentes entrées de la forêt départementale. Cette nouvelle signalétique, bien qu'elle ne soit pas spécifiquement dédiée aux fourmilières de *Formica rufa*, indique les comportements à adopter sur un site naturel fragile et rappelle les interdictions en vigueur concernant notamment les véhicules motorisés (fig. 5A). C'est un premier pas vers le respect de la réglementation environnementale sur un site protégé et une prise de conscience accrue des visiteurs à l'égard de la flore et de la faune vulnérables qui peuplent l'espace naturel sensible. Cette nouvelle signalétique « réglementaire » est accompagnée d'une signalétique à vocation de promenade naturaliste portant l'indication « Sentier des fourmis » (fig. 5B). Pour l'heure, les indications fléchées qui permettent de suivre ce sentier ne sont accompagnées d'aucune explication naturaliste, ni d'aucun panneau d'information ou de plan de localisation à l'entrée de la forêt ou au départ du sentier. Ce type d'information aiderait le promeneur à mieux se repérer et participerait à l'effort de sensibilisation autour de la fragilité et de la protection des fourmilières. Outre les éléments de valorisation *in situ*, notons que l'édition 2022 du *Guide Vendée Nature* consacre une double-page au Bois des Jarries, l'un des 86 Espaces Naturels Sensibles (ENS) du département. Comparée à la précédente édition (2012) de ce guide qui n'accordait qu'une maigre place aux fourmilières du Bois des Jarries, la nouvelle version du guide fait la part belle aux fourmis rousses des bois, et souligne le caractère « remarquable » et « fragile » des nombreuses fourmilières disséminées dans la forêt départementale (fig. 5C).



Les forêts 31

C

DE CETTE FORÊT COULE LE PETIT LAY
Situé sur la commune de Saint-Mars-la-Réorthe, le Bois des Jarries est un site naturel remarquable du haut bocage vendéen. Situés à proximité immédiate de la vallée du Petit Lay, tout aussi intéressante sur le plan de la biodiversité, cette propriété départementale de 61 hectares, a été classée au titre des espaces naturels sensibles en 1996.

Fourmi rousse.

Le Bois des JARRIES
SAINT-MARS-LA-RÉORTHE

Situé au sud-est du bourg de Saint-Mars-la-Réorthe, le bois des Jarries est un espace naturel aux caractéristiques écologiques remarquables. Secteur arboré à la végétation dense composée de châtaigniers, de chênes pédonculés, chênes sessiles et de pins sylvestres, cette forêt propose un véritable panel d'habitats naturels pour la faune et la flore patrimoniales. Des cèdres ont également été plantés de manière isolée dans les années 1980, ce qui est inhabituel dans les forêts du bocage. L'engoulevement d'Europe grand technicien du camouflage dans les feuillages et le *Buson* cricrictelle, espèce de petite taille trouvent un milieu de vie propice dans ces peuplements forestiers mûrs. Sur ce site préservé, la très fidèle *mésange nonette* a su également trouver les conditions idéales pour se nourrir et se reproduire. Cette espèce est reconnaissable grâce à son plumage de corps brun nuancé de gris clair et sa tête colorée de noir. Les sous-bois de cette forêt départementale accueillent des plantes à fleurs remarquables telles que l'arum tacheté. De la fleur de ce végétal émanent des odeurs d'excrément qui attirent diverses espèces de mouches assurant des missions de pollinisation. Le néflier est également très présent dans le bois des Jarries. L'arbruste se pare de fleurs blanches fin juin, donnant des fruits consommables blets.

76

A OBSERVER EN CHEMIN

- ★ **Faune** : Engoulevement d'Europe, fourmi rousse, criquet des oliviers.
- ★ **Flore** : Cèdre, arum tacheté, néflier.
- ★ **Paysage** : Landes acides, dômes de fourmis rouges, bevédère.

Engoulevement d'Europe.

INFOS PRATIQUES

- Point de vue.
- Sentier de promenade.
- Autres sentiers de promenades et de randonnées (GR, GRP...) : GRP Sèvre et Maine-Collines, PR Les Jarries.
- Pistes cyclables à proximité.
- Programmes d'animation : sur réservation
- Équipements du site :
 - Parking.

LE SAVIEZ-VOUS ?

Lieu de vie spécifique d'une grande variété d'insectes, le Bois des Jarries se distingue par son nombre exceptionnel de fourmilières de fourmis rouges. Espèce très paillardante pouvant porter jusqu'à 3000 fois leur poids, les fourmis rouges ont construit des fourmilières remarquables, en forme de dômes pouvant dépasser le mètre cube et les millions d'individus. Ces dômes étant très fragiles, il est important de ne pas les détruire.

77

Fig. 5 – Nouvelle signalétique et valorisation récente du site. A : Signalétique installée aux différentes entrées de la forêt départementale ; B : Signalétique valorisant le « sentier des fourmis » ; C : Double-page consacrée au Bois des Jarries, extraite de l'édition 2022 du Guide Vendée Nature (téléchargeable sur <https://sitesnaturels.vendee.fr/guide-vendee-nature>). Le caractère « remarquable » et « fragile » des dômes de fourmis rouges y est mis en avant.

4. Conclusions et perspectives

Les premières conclusions que l'on peut tirer au bout de 3 années de suivi sont plutôt positives – bien que très partielles – en ce qui concerne l'état de santé et l'évolution des populations de *Formica rufa* sur le site du Bois des Jarries. Certes, la sécheresse historique qui touche la Vendée et plus largement la France au cours de cet été 2022 met à mal les colonies et augmente sans doute la mortalité des ouvrières au sein de celles-ci. Mais la résilience des colonies et les effets de compensation à l'échelle du site semblent maintenir, pour le moment, un état d'équilibre dynamique. La prochaine année de suivi sera déterminante pour mesurer réellement l'impact biologique et écologique de cette sécheresse, qui n'est pas terminée au moment où nous rédigeons ces lignes. Une bonne gestion forestière aidera certainement les colonies touchées par la sécheresse à retrouver leur fonctionnement normal et leur rôle écosystémique, éléments centraux dans l'équilibre de cette forêt.

Au-delà de l'étude des populations de fourmis rousses des bois, nous envisageons, d'ici à la fin du suivi, de compléter et d'élargir l'inventaire myrmécologique aux autres sous-familles et espèces de fourmis présentes sur le site du Bois des Jarries. Parmi les taxons déjà inventoriés sur le site (obs. Gouraud, 2016, obs. Bétard, 2020), signalons les espèces suivantes : *Myrmeca sabuleti*, *Hypoponera eduardi*, *Lasius alienus*, *Lasius emarginatus*, *Tetramorium gr. caespitum*, *Formica fusca*, *Formica cunicularia*. Une recherche systématique des fourmis dans tous les habitats potentiels et avec des méthodes de prospection variées (recherche à vue, inspection des arbres à cavités et du bois mort au sol, battage des branches d'arbres et des arbustes, passage du filet-fauchoir dans la strate herbacée, etc.) devrait permettre de connaître le peuplement myrmécologique du site dans son ensemble ou presque (on peut estimer entre 20 et 30 espèces sur un tel site *a priori*).

Parmi les autres perspectives de recherche, nous envisageons d'explorer les relations entre fourmis rousses des bois et structures géologiques à l'échelle du Massif armoricain, en nous appuyant notamment sur les données d'observation de l'ERFA (Enquête sur la Répartition des Fourmis Armoricaines). En effet, plusieurs études scientifiques ont démontré qu'il existait une relation entre la répartition des fourmis rousses et les failles tectoniques actives (Schreiber *et al.*, 2009 ; Berberich et Schreiber, 2013 ; Berberich *et al.*, 2016 ; Del Toro *et al.*, 2017 ; Berberich *et al.*, 2019), les fourmis rousses pouvant même servir potentiellement à prévenir et anticiper les tremblements de terre par un changement de leur comportement (Berberich *et al.*, 2013). La zone faillée du Cisaillement Sud-Armoricain, qui longe le Haut-Bocage vendéen et se prolonge en Bretagne méridionale le long du Sillon de Bretagne jusqu'au Sud Finistère, fait partie de ces grandes failles armoricaines sismiquement actives (Fig. 6A) le long desquelles semble se concentrer un nombre important de nids de *Formica rufa* et *F. polyctena* (voir la carte des observations de ces deux espèces en Bretagne dans Gouraud, 2021). De telles failles seraient propices à la remontée de gaz géogéniques (*i.e.* d'origine géologique, comme le radon, l'hélium, l'hydrogène ou le dioxyde de carbone) qui participeraient à la thermo-hydro-régulation des nids. La relation entre distribution des fourmis rousses et géochimie du substratum géologique devra aussi être examinée, notamment à travers la cartographie du potentiel radon des formations géologiques (Fig. 6B). Ce gaz géogénique se concentre non seulement dans les zones de failles sismogéniques, mais aussi dans les sols granitiques riches en uranium dont il provient par désintégration radioactive. Ce mécanisme de désintégration

constante crée une source de chaleur interne qui pourrait participer de façon passive à la thermorégulation des nids. Il pourrait s’agir là d’un facteur environnemental de première importance, à mettre sur le même plan que le type ou la composition du peuplement forestier (Berberich *et al.*, 2022). Notons que le site du Bois des Jarries répond totalement aux prédispositions géologiques présentées ci-dessus : il prend entièrement appui sur le massif leucogranitique des Châtelliers-Châteaumur, parcouru par un réseau orthogonal de fractures orientées N40° et N130°, cette dernière direction étant associée par un système de failles en échelons à celle de la Zone Broyée Sud-Armoricaine située à moins de 2 km au sud du Bois des Jarries. Par ailleurs, sur les cartes produites par l’IRSN, le massif granitique des Châtelliers-Châteaumur est cartographié comme formation géologique à potentiel radon élevé. Simple coïncidence ou facteur prédisposant à l’installation de nids de fourmis rouges des bois ? De futures études devront tester cette hypothèse à l’aide d’outils géostatistiques en utilisant les bases de données disponibles à l’échelle du Massif armoricain tout entier.

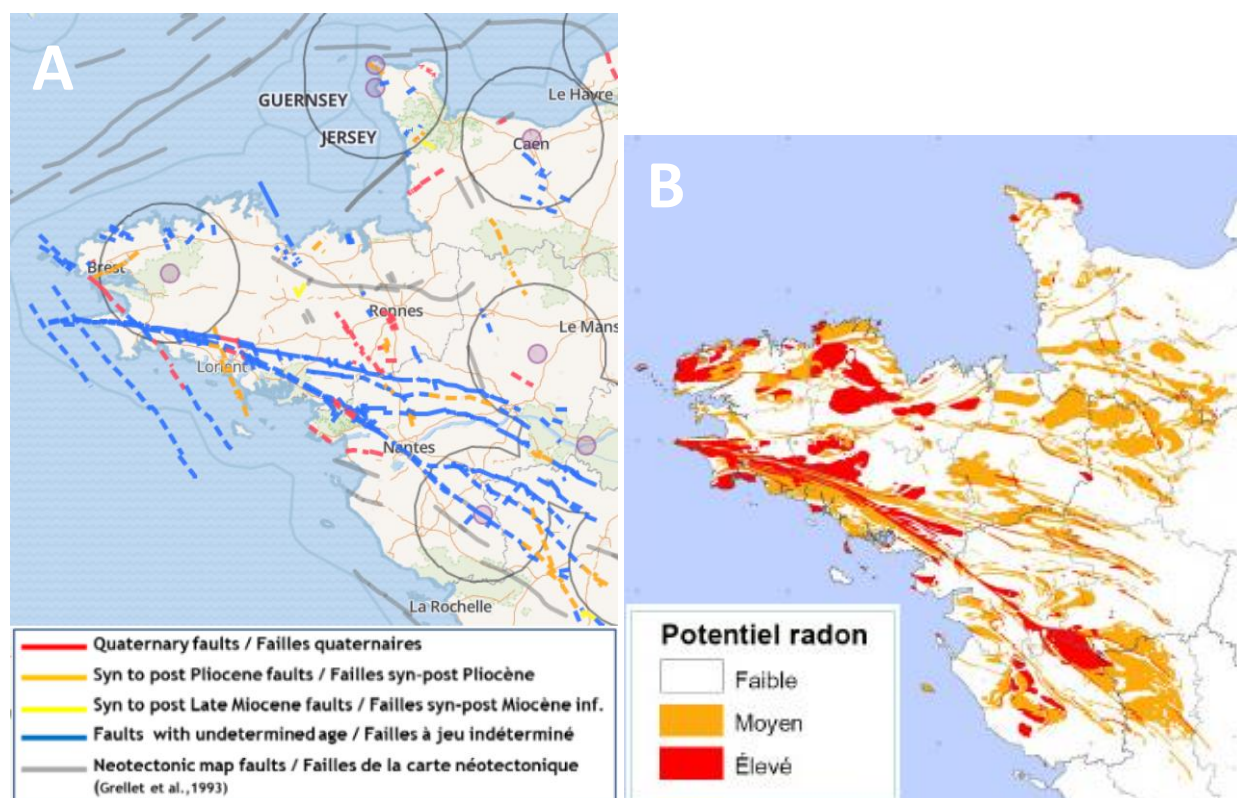


Fig. 6 – Données tectoniques et géologiques disponibles pour le Massif armoricain, à comparer avec la distribution des fourmis rouges des bois. A : Base de Données des Failles Potentiellement Actives (BDFFA) ; B : Carte du potentiel radon des formations géologiques à l’échelle 1 : 1 000 000, version 2010. Source : IRSN.

5. Bibliographie

- Berberich, G. M., Berberich, M. B., Gibhardt, M. (2022). Red wood Ants (*Formica rufa*-group) prefer mature pine forests in Variscan granite environments (Hymenoptera: Formicidae). *Fragmenta entomologica*, 54(1), pp. 1-18.
- Berberich, G., Berberich, M., Grumpe, A., Wöhler, C., Schreiber, U. (2013). Early results of three-year monitoring of red wood ants' behavioral changes and their possible correlation with earthquake events. *Animals*, 3(1), pp. 63-84.
- Berberich, G., Grumpe, A., Berberich, M., Klimetzek, D., Wöhler, C. (2016). Are red wood ants (*Formica rufa*-group) tectonic indicators? A statistical approach. *Ecological Indicators*, 61, pp. 968-979.
- Berberich, G., Klimetzek, D., Paraschiv, M., Stancioiu, P.T., Grumpe, A. (2019). Biogeostatistics confirm: Even a low total number of red wood ant nests provide new information on tectonics in the East Carpathian Orogen (Romania). *Ecological Indicators*, 101, pp. 486-500.
- Berberich, G., Schreiber, U. (2013). GeoBioScience: Red wood ants as bioindicators for active tectonic fault systems in the West Eifel (Germany). *Animals*, 3(2), pp. 475-498.
- Bétard, F. (2020). *Étude et suivi des fourmilières de Formica rufa sur l'ENS du Bois des Jarries (St-Mars-la-Réorthe, Vendée) – Rapport 2020*. Conseil départemental de la Vendée, Université de Paris & UMR Prodig, 15 p.
- Bétard, F. (2021). *Étude et suivi des fourmilières de Formica rufa sur l'ENS du Bois des Jarries (St-Mars-la-Réorthe, Vendée) – Rapport 2021*. Conseil départemental de la Vendée, Université de Paris & UMR Prodig, 9 p.
- Del Toro, I., Berberich, G., Ribbons, R.R., Berberich, M.B., Sanders, N.J., Ellison, A.M. (2017). Nests of red wood ants (*Formica rufa*-group) are positively associated with tectonic faults: a double-blind test. *PeerJ*, 5, e3903.
- Gouraud, C. (2021). Les fourmis rousses des bois (*Formica rufa* Linnaeus, 1761 & *Formica polyctena* Foerster, 1850 : Hymenoptera, Formicidae). *Écologie et enjeux de conservation en Bretagne. Penn ar Bed*, 241-242, pp. 47-58.
- ONF (2019). *Aménagement de la forêt départementale du Bois des Jarries 2019-2038*. Office National des Forêts, Agence des Pays de la Loire, 28 p.
- Schreiber, U., Brennholt, N., Simon, J. (2009). Gas permeable deep reaching fracture zones encourage site selection of ants. *Ecological Indicators*, 9(3), pp. 508-517.
- Sorvari, J. (2022). Biogeography and habitat preferences of red wood ants of the *Formica rufa* group (Hymenoptera: Formicidae) in Finland, based on citizen science data. *European Journal of Entomology*, 119, pp. 92-98.
- Sorvari, J., Haatanen, M.K., Vesterlund, S.R. (2011). Combined effects of overwintering temperature and habitat degradation on the survival of boreal wood ant. *Journal of Insect Conservation*, 15, pp. 727-731.
- Torossian, C. (1979). Méthode d'étude quantitative des fourmis du groupe *Formica rufa*. *Bulletin SROP*, 2(3), pp. 215-240.