

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية
DEMOCRATIC AND POPULAR ALGERIAN REPUBLIC

MINISTRY OF HIGHER EDUCATION AND SCIENTIFIC RESEARCH

Université Chadli Bendjedid

El Tarf

وزارة التعليم العالي والبحث العلمي

جامعة الشاذلي بن جديد

الطارف

Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie

Département de Biologie



جامعة الشاذلي بن جديد

UNIVERSITE CHADLI BENDJEDID

كلية علوم الطبيعة والحياة

قسم علوم البيولوجيا



MEMOIRE DE FIN D'ETUDE

Réalisé en vue de l'obtention d'un Diplôme de Master II

« Agroenvironnements et Bioindicateurs »

Filière » Ecologie et Environnement »

THÈME

**l'inventaire des crustacés isopodes terrestres
(cloportes) du nord -est algérien (P.N.E.K).**

Présenté Par : **KHELFI GHADIR**

Évalué le :

Comité d'évaluation :

Encadrant : BOUKHATEM AMEL

Président : ALLOUCHE MERIEM

Examineur : HAOULI ZOUINA

GRADE

GRADE

GRADE

MCB

MAA

MCB

Année universitaire : 2025/2026

Remerciements

La réalisation de ce mémoire n'aurait pas été possible sans l'aide et le soutien de plusieurs personnes auxquelles je tiens à exprimer ma sincère reconnaissance.

Je rends grâce à Allah, le Tout-Puissant, de m'avoir accordé la santé, la volonté et la persévérance nécessaires pour accomplir ce modeste travail.

Je tiens à adresser mes plus sincères remerciements à mon encadrante, **Madame BOUKHATEM Amel**, pour avoir accepté de diriger ce travail. Je lui suis profondément reconnaissante pour son accompagnement, ses orientations judicieuses, ses remarques constructives et l'attention qu'elle a portée à cette étude. Sa disponibilité et son sérieux ont été pour moi d'un grand appui tout au long de l'élaboration de ce mémoire.

J'exprime également ma gratitude aux membres du jury pour l'honneur qu'ils me font en acceptant d'examiner et d'évaluer ce travail. Leurs observations et appréciations contribueront sans aucun doute à enrichir cette recherche.

Je souhaite aussi remercier l'ensemble des enseignants du **Département de Biologie** et de la **Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie** pour la qualité de la formation qu'ils nous ont assurée, ainsi que pour les connaissances, les conseils et les valeurs scientifiques qu'ils nous ont transmis durant notre cursus universitaire. Mes remerciements vont également à tout le personnel de la bibliothèque pour leur amabilité, leur disponibilité et les facilités documentaires mises à notre disposition, qui ont constitué un soutien important dans la préparation de ce mémoire.

Je tiens aussi à exprimer ma reconnaissance à toutes les personnes qui ont participé, de près ou de loin, à l'aboutissement de ce travail, et qui m'ont apporté leur aide, leur encouragement ou leur soutien moral durant cette période.

Enfin, j'adresse une pensée reconnaissante à tous ceux qui m'ont accompagnée au cours de mon parcours universitaire et qui ont contribué, chacun à sa manière, à ma formation et à ma réussite.

Dédicace

Je dédie ce modeste travail, fruit de mes efforts et de ma persévérance, aux personnes les plus chères à mon cœur.

À mon cher père,

qui a toujours été mon soutien et ma force tout au long de ma vie,
celui qui m'a appris la patience, le sens du travail et la persévérance,
et qui n'a jamais cessé de m'encourager.

Je lui exprime ma profonde gratitude, mon immense respect et toute mon affection.

À ma tendre mère,

source d'amour, de tendresse et de sacrifice,
qui m'a accompagnée par ses prières et son soutien constant.
Sans elle, je ne serais jamais arrivée là où je suis aujourd'hui.

Que Dieu la protège et lui accorde une longue vie.

À ma chère grand-mère,

source de tendresse et de sagesse infinie, dont les prières ont toujours éclairé mon chemin,
que Dieu te protège et t'accorde une longue vie pleine de paix et de sérénité.

À mes chers frères, **Iyad** et **Ziyad**,

qui ont été pour moi une source de joie, de réconfort et de motivation,
et qui ont partagé avec moi aussi bien les moments difficiles que les instants de réussite.

À ma chère cousine **Afaf**,

toujours proche de mon cœur,
ainsi qu'à ses enfants,
qui ont apporté de la joie et un précieux soutien moral dans ma vie.

À mes chères amies, **Ghada** et **Chaima**,

mes compagnes de route,
qui ont partagé avec moi les moments d'effort, de fatigue et d'espoir,
et qui m'ont toujours soutenue, comprise et encouragée.

Et à tous ceux qui m'ont aidée, de près ou de loin,
par un mot, un geste ou une prière sincère,
à mener ce travail à bien.

Je vous dédie ce succès avec toute ma gratitude, mon affection et mon profond respect.

GHADIR

المخلص:

تهدف الدراسة إلى جرد متساويات الأرجل الأرضية (قمل الخشب) داخل حظيرة القالة الوطنية، خلال جانفي-جوان 2025، عبر خمس محطات (طونقة، أوبيراء، الملاح، بورديم، عين خيار) وباستخدام طرق مكملّة (تحرّي يدوي، غربلة الفرشة، مصائد باربر، وقمع بيرلنز). أظهرت النتائج وجود 5 أنواع تابعة لـ 4 أجناس و 3 عائلات مع ثبات الغنى النوعي في جميع المحطات، بينما ظهرت فروق كمّية في الوفرة: أعلى في المناطق الرطبة القارية وأقل في الوسط الساحلي ومتوسطة في الغابة الرطبة. وتبرز أهمية الرطوبة والفرشة/الدبال والملاجئ الدقيقة في تنظيم كثافات الجماعات، ما يجعل النتائج قاعدة مرجعية للمتابعة والحفظ. كما تُبرز النتائج أن تجانس التركيب النوعي داخل الحظيرة لا ينفى وجود تباينات محلية مرتبطة بطبيعة الموائل الدقيقة وجودتها. وتدعم هذه المعطيات اعتماد القمل الخشبي كمؤشر حيوي يساعد على تقييم حالة التربة ورصد الاضطرابات البيئية داخل المناطق المحمية. كما تفتح الدراسة آفاقاً لتوسيع الجرد نحو مواطن أخرى وفصول أكثر جفافاً، مع تحسين التوحيد المنهجي وبناء مرجع محلي (صور/عينات) للثبّت من الهوية التصنيفية.

الكلمات المفتاحية: الجرد؛ متساويات الأرجل الأرضية؛ قمل الخشب؛ حظيرة القالة الوطنية؛ المواطن الدقيقة؛ الرطوبة؛ الفرشة/الدبال؛ الجزائر.

Résumé:

Cette étude documente la diversité des isopodes terrestres (Oniscidea) au Parc National d'El Kala (Nord-Est algérien) entre janvier et juin 2025, dans cinq stations (Lac Tonga, Lac Oubeïra, Lac El Mellah, Marais de Bourdim, Aulnaie de Aïn Khiair). Un protocole multi-méthodes (prospection manuelle, tamisage de la litière, pièges Barber/pitfall, entonnoir de Berlese) a été appliqué pour réduire les biais liés à l'activité de surface et améliorer la détection des formes cryptiques. Cinq espèces (4 genres, 3 familles) ont été recensées, avec une richesse constante dans toutes les stations, mais une différenciation surtout quantitative : abondances maximales en zones humides continentales, minimales en milieu littoral/lagunaire et intermédiaires en forêt humide.

Ces résultats montrent que l'homogénéité spécifique n'exclut pas des variations locales liées à la qualité des microhabitats. Ils soutiennent l'intérêt des cloportes comme bioindicateurs pour l'évaluation des sols et le suivi des perturbations en aire protégée. L'étude ouvre enfin des perspectives d'extension saisonnière et spatiale de l'échantillonnage, et de constitution d'un référentiel local (photothèque/collection) pour sécuriser les identifications.

Mots Clés : Oniscidea ; inventaire ; Parc National d'El Kala ; microhabitats ; zones humides ; abondance ; bioindication.

Abstract :

This study documents terrestrial isopod (Oniscidea) diversity in El Kala National Park (north-eastern Algeria) from January to June 2025 across five stations (Lake Tonga, Lake Oubeïra, Lake El Mellah, Bourdim Marsh, and the Aïn Khiair alder swamp forest). A multi-method sampling design (hand searching, litter sieving, pitfall/Barber traps, and Berlese-funnel extraction) was used to reduce surface-activity bias and improve detection of cryptic taxa. Five species (4 genera, 3 families) were recorded with constant richness across all stations, while community differences were mainly quantitative: highest abundances in continental wetlands, lowest in the coastal/lagoon habitat, and intermediate in the humid forest site.

These findings indicate that species constancy can still mask local variability driven by microhabitat quality. They support the use of terrestrial isopods as practical bioindicators for soil condition assessment and disturbance monitoring in protected areas. Future work should broaden sampling to additional habitats and drier seasons and develop a local reference set (voucher specimens and photo catalogue) to strengthen identifications.

Keywords : terrestrial isopods; Oniscidea; inventory; El Kala National Park; wetlands; microhabitats; abundance; bioindicators.

SOMMAIRE

Remerciements	p/
Dédicace	p/
المُلخَص /Résumé/ Abstract	p/
Liste des tableaux	p. IV
Liste des figures	p. V
Liste des abréviations	p. VII
Introduction générale	p. 1
Chapitre I : Généralités, définitions et cadre théorique de l'étude	p. 4
I.1. Introduction du chapitre	p. 5
I.2. Définitions et concepts clés	p. 6
I.2.1. Notion de biodiversité et diversité faunistique	p. 6
I.2.2. Notion d'inventaire zoologique	p. 6
I.2.3. Notion de bioindicateurs et d'espèces sentinelles	p. 6
I.2.4. Notion d'habitat, microhabitat et niche écologique	p. 7
I.2.5. Notion de distribution géographique et chorologie	p. 7
I.3. Présentation des isopodes terrestres (cloportes)	p. 8
I.3.1. Position systématique	p. 8
I.3.2. Caractères morphologiques généraux	p. 10
I.3.3. Anatomie externe	p. 13
I.3.4. Adaptations à la vie terrestre	p. 17
I.3.5. Cycle de vie et reproduction	p. 19
I.3.6. Régime alimentaire et rôle dans la décomposition	p. 22
I.4. Rôle écologique et importance des cloportes	p. 22
I.4.1. Recyclage des nutriments et formation de l'humus	p. 22
I.4.2. Contribution à la structure des sols et chaîne trophique	p. 24
I.4.3. Cloportes comme bioindicateurs	p. 25
I.4.4. Interactions avec d'autres organismes	p. 25
I.5. Cadre géographique et écologique de la zone d'étude : P.N.E.K	p. 27
I.5.1. Localisation, limites et statut de protection	p. 27
I.5.2. Aperçu biogéographique du Nord-Est algérien	p. 28
I.5.3. Conditions climatiques locales	p. 28
I.5.4. Types d'habitats et milieux du P.N.E.K	p. 30
I.5.5. Caractéristiques pédologiques et microhabitats favorables	p. 31
I.5.6. Pressions anthropiques et état de conservation	p. 31
I.6. Conclusion du chapitre	p. 32
Chapitre II : Matériel et Méthodologie	p. 33
II.1. Introduction du chapitre	p. 34
II.2. Choix des stations et plan d'échantillonnage	p. 35
II.2.1. Critères de sélection des sites	p. 35
II.2.2. Nombre de stations et répartition géographique	p. 35
II.2.3. Description des stations	p. 37

Table des matières

II.2.4. Période d'étude et fréquence des sorties	p. 37
II.3. Matériel utilisé	p. 37
II.3.1. Matériel de prospection	p. 37
II.3.2. Matériel de collecte	p. 38
II.3.3. Matériel de tri et d'observation	p. 39
II.3.4. Matériel de mesure des paramètres environnementaux	p. 40
II.3.5. Logiciels utilisés	p. 40
II.4. Méthodes de collecte des isopodes	p. 40
II.4.1. Prospection manuelle	p. 41
II.4.2. Tamisage de la litière	p. 41
II.4.3. Pièges Barber	p. 42
II.4.4. Extraction par entonnoir de Berlese	p. 43
II.4.5. Conservation et étiquetage des échantillons	p. 44
II.5. Identification des espèces	p. 45
II.5.1. Tri des spécimens et préparation au laboratoire	p. 45
II.5.2. Observation morphologique	p. 46
II.5.3. Références taxonomiques utilisées	p. 47
II.5.4. Validation de l'identification	p. 47
II.6. Analyse des données	p. 47
II.6.1. Checklist des espèces	p. 47
II.6.2. Richesse spécifique par station et par habitat	p. 47
II.6.3. Abondance relative et fréquence des espèces	p. 48
II.6.4. Indices écologiques	p. 49
II.6.5. Relation espèces-habitats	p. 50
II.7. Limites de l'étude	p. 50
II.7.1. Contraintes de terrain et limites saisonnières	p. 50
II.7.2. Difficultés d'identification	p. 50
II.8. Conclusion du chapitre	p. 51
Chapitre III : Résultats et interprétation	p. 52
III.1. Introduction du chapitre	p. 53
III.2. Résultats de l'inventaire	p. 54
III.2.1. Liste générale des espèces recensées	p. 54
III.2.2. Nombre total d'espèces, genres et familles	p. 62
III.2.3. Espèces les plus fréquentes et les plus abondantes	p. 63
III.2.4. Répartition des espèces selon les stations	p. 64
III.2.5. Répartition des espèces selon les types d'habitats	p. 66
III.3. Résultats taxonomiques	p. 67
III.3.1. Répartition par familles et genres	p. 67
III.3.2. Caractères diagnostiques des espèces inventoriées	p. 68
III.3.3. Espèces rares / peu fréquentes	p. 69
III.3.4. Nouvelles mentions pour la région	p. 69
III.4. Analyse écologique	p. 70
III.4.1. Richesse spécifique entre habitats	p. 70
III.4.2. Influence des facteurs environnementaux	p. 70

Table des matières

III.4.3. Similarité / dissimilarité entre stations	p. 71
III.4.4. Indices de diversité et interprétation	p. 71
III.5. Discussion	p. 72
III.5.1. Comparaison avec les travaux antérieurs	p. 72
III.5.2. Interprétation biogéographique	p. 73
III.5.3. Facteurs expliquant la distribution observée	p. 74
III.5.4. Importance des cloportes dans les écosystèmes étudiés	p. 74
III.5.5. Valeur bioindicatrice et implications écologiques	p. 74
III.6. Conclusion du chapitre	p. 75
Conclusion générale	p. 76
Bibliographie	p. 79
Annexes	p. 85

Liste des tableaux

- Tableau 01 : Classification taxonomique des cloportes (Oniscidea) : du domaine à la sous-classe. p. 10
- Tableau n° 02 : Stations retenues dans le P.N.E.K (Parc National d'El Kala) et principaux milieux favorables aux cloportes (Oniscidea). p. 36
- Tableau 03 : Répartition des effectifs des isopodes terrestres récoltés et recensés selon les sites et les espèces. p. 49
- Tableau 04 : Checklist générale des espèces recensées. p. 54
- Tableau 05 : Bilan taxonomique global. p. 62
- Tableau 06 : Abondance totale, abondance relative et fréquence d'occurrence par espèce. p. 63
- Tableau 07 : Richesse spécifique et effectifs totaux par station. p. 65
- Tableau 08 : Répartition des effectifs par station et par espèce ($\Sigma = 200$)..... p. 66
- Tableau 09 : Répartition des effectifs par type d'habitat (agrégation des stations). p. 67
- Tableau 10 : Synthèse des caractères diagnostiques (niveau inventaire) des cinq espèces. p. 68
- Tableau 11 : Indicateurs de rareté relative (abondance et fréquence)..... p.69
- Tableau 12 : Comparaison synthétique avec les travaux antérieurs..... p. 73

Liste des figures

- Figure I.1. Isopodes terrestres recensés dans deux stations de l’Est algérien (Annaba et El-Tarf) : planche photographique multi-panneaux (A–E). p.9
- Figure I.02. Morphologie externe et organisation interne d’un cloporte (Isopoda : Oniscidea), vues dorsale et ventrale. p.11
- Figure I.03. Illustration du comportement de volvation chez les isopodes terrestres. p.11
- Figure I.04. Exemples de morphotypes chez les cloportes (Oniscidea). p.12
- Figure I.05. Anatomie externe d’un isopode terrestre : vue dorsale. p.14
- Figure I.06. Anatomie externe d’un isopode terrestre : vue ventrale. p.15
- Figure I.07. Description des organes : l’anatomie externe du cloporte. p.16
- Figure I.08. Diversité des micro-habitats des isopodes terrestres (Oniscidea). p.17
- Figure I.09. Micrographies MEB (SEM) de l’antenne II régénérée chez *Porcellio scaber* (A–D). p.18
- Figure I.10. Régénération de l’antenne II chez *Porcellio scaber*. p.19
- Figure I.11. Cycle de vie des isopodes : reproduction, incubation marsupiale et stades de développement. p.20
- Figure I.12. Schémas de croisements (ZZ/ZW) et effet féminisant de *Wolbachia* chez *Armadillidium vulgare*. p.21
- Figure I.13. Micrographies électroniques de *Wolbachia* observées dans les cellules de *Armadillidium vulgare*. p.21
- Figure I.14. Processus de décomposition du bois et rôle des organismes décomposeurs. p.23
- Figure I.15. Regroupement (agrégation) de cloportes sur un substrat ligneux. p.24
- Figure I.16. Alimentation (nourriture) et principaux prédateurs des cloportes. p.26
- Figure I.17. Situation du Parc national d’El Kala dans la wilaya d’El Tarf. p.27
- Figure I.18. Limites géographiques du Parc National d’El Kala (P.N.E.K), Nord-Est algérien. p.28
- Figure I.19. Situation géographique du Parc National d’El-Kala. p.29
- Figure I.20. Carte piézométrique de la région d’El Kala et sens d’écoulement des eaux souterraines. p.30
- Figure II.1. Carte de localisation des cinq stations d’étude des habitats favorables aux cloportes (Oniscidea) dans le P.N.E.K. p.36
- Figure II.2. Équipement de prospection de terrain (carnet de notes et repérage GPS). p.38
- Figure II.3. Matériel de collecte et d’étiquetage des échantillons de terrain. p.39
- Figure II.4. Matériel de tri et d’observation des échantillons disposé sur une table de travail. p.40
- Figure II.5. Prospection manuelle des cloportes dans leurs microrefuges naturels. p.41
- Figure II.6. Tamisage de la litière et tri des isopodes. p.42
- Figure II.7. Pièges Barber (pitfall) pour la capture des isopodes de surface. p.43

Liste des figures

- Figure II.8. Entonnoir de Berlese utilisé pour l'extraction des isopodes et de la microfaune de la litière. p.44
- Figure II.9. Conservation et étiquetage des échantillons après collecte. p.45
- Figure II.10. Tri systématique des isopodes sur plateau et préparation des lots pour l'observation au laboratoire. p.46
- Figure II.11. *Porcellionides pruinosus* observé in situ à El Kala (stations du P.N.E.K.).
..... p.48
- Figure III.01. *Armadillidium vulgare* au microscope. p.54
- Figure III.02. *Armadillo officinalis* au microscope. p.56
- Figure III.03. *Porcellio laevis* au microscope. p.57
- Figure III.04. *Porcellio variabilis* au microscope. p.59
- Figure III.05. *Porcellionides pruinosus* au microscope. p.60
- Figure III.06. Représentation graphique du bilan taxonomique global des isopodes terrestres recensés. p.62
- Figure III.07. Structure spécifique du peuplement selon l'abondance relative. p.64
- Figure III.08. Diagramme en barres illustrant la richesse spécifique et les effectifs totaux des isopodes terrestres par station. p.65
- Figure III.09. Structure des effectifs des espèces selon les habitats prospecté. p.67.

Liste des abréviations

Abréviation	Signification
P.N.E.K	Parc National d'El Kala
NE	Nord-Est
Alg.	Algérie
sp.	Espèce (au singulier)
spp.	Espèces (au pluriel)
ind.	Individu(s)
%	Pourcentage
m	Mètre
cm	Centimètre
mm	Millimètre
m²	Mètre carré
ha	Hectare
g	Gramme
kg	Kilogramme
L	Litre
mL	Millilitre
min	Minute(s)
h	Heure(s)

Introduction générale

Introduction générale

La biodiversité des sols constitue l'un des piliers du fonctionnement des écosystèmes terrestres, tout en demeurant encore insuffisamment documentée dans de nombreuses régions méditerranéennes. À l'échelle des communautés édaphiques, les organismes détritivores jouent un rôle déterminant dans la fragmentation de la litière, la formation de l'humus et la dynamique du recyclage des nutriments. Parmi eux, les isopodes terrestres (Crustacea : Isopoda : Oniscidea), communément appelés cloportes, occupent une place fonctionnelle majeure : ils figurent souvent parmi les macro-décomposeurs dominants, interagissent étroitement avec le microbiome du sol et peuvent influencer sur l'organisation fine des habitats et des réseaux trophiques.

Leur écologie est fortement liée aux conditions micro-environnementales, notamment l'humidité, la disponibilité en matière organique (litière, humus, débris végétaux) et l'accès à des microrefuges (bois mort, pierres, couvert végétal), facteurs qui structurent à la fois leur activité, leur distribution et leurs densités.

Au-delà de leur rôle fonctionnel, les cloportes présentent un intérêt méthodologique et appliqué notable : faciles à échantillonner sous réserve d'une standardisation des protocoles, ils permettent des comparaisons entre habitats. Par ailleurs, leur sensibilité aux perturbations et leur capacité de bioaccumulation confèrent à certaines espèces une valeur de bioindicateurs, justifiant leur mobilisation dans les études de biodiversité et de fonctionnement des sols, en articulant données faunistiques et interprétation écologique.

Dans le Nord-Est algérien, notamment au **Parc National d'El Kala (P.N.E.K)**, la mosaïque d'habitats constitue un cadre propice à l'étude des Oniscidea. Espace protégé mais soumis à des usages et pressions variables, le parc offre des conditions écologiques contrastées (microclimats, litière/humus, refuges) susceptibles de structurer les peuplements. Un inventaire ciblé et rigoureux permet ainsi de documenter la composition spécifique et d'analyser les variations d'abondance et de dominance en fonction de la nature et de la qualité des habitats.

La présente étude, intitulée « **L'inventaire des crustacés isopodes terrestres (cloportes) du Nord-Est algérien (P.N.E.K)** », s'inscrit dans une approche visant à caractériser la faune locale au sein d'un territoire à mosaïque d'habitats. Elle postule que la différenciation des peuplements s'exprime principalement par des variations quantitatives liées à l'humidité, à la litière/humus et aux microrefuges. Au-delà d'une simple liste faunistique, l'inventaire a pour finalité de constituer une base de référence permettant une lecture écologique de la distribution des espèces.

L'objectif général est de recenser et identifier les isopodes terrestres dans des stations représentatives du P.N.E.K et d'interpréter leur répartition selon les habitats et microhabitats. Il s'agit plus précisément d'établir une checklist et un bilan taxonomique, de décrire la structure des peuplements (abondances relatives, fréquences), de comparer la distribution des effectifs entre stations et habitats, et de discuter la portée écologique des résultats, notamment la valeur bioindicatrice potentielle des cloportes en aire protégée.

Pour atteindre ces objectifs, la méthodologie repose sur une prospection systématique des microhabitats favorables, associant des techniques complémentaires afin de réduire les biais

Introduction Générale

liés à l'activité de surface et à la discrétion de certains taxons. La collecte combine la prospection manuelle, le tamisage de la litière, les pièges Barber (pitfall) et l'extraction par entonnoir de Berlese. Les spécimens sont ensuite triés et analysés au laboratoire à partir de caractères morphologiques diagnostiques (morphologie générale, volvation, structures céphaliques, telson-uropodes, microstructures tégumentaires, pléopodes si nécessaire).

Enfin, la structuration des données (stations, espèces, effectifs, microhabitats) permet des synthèses facilitant l'analyse de la richesse, des abondances et des relations espèces-habitats. La recherche est organisée en trois chapitres complémentaires, articulés de manière progressive afin d'assurer une compréhension cohérente de l'objet d'étude.

Chapitre I : Généralités, définitions et cadre théorique de l'étude

- Mise en place du cadre conceptuel, systématique et écologique indispensable à l'analyse.
- Clarification des notions fondatrices : biodiversité, inventaire zoologique, bioindication, habitat et microhabitat.
- Présentation des bases morphologiques et biologiques des Oniscidea (isopodes terrestres).
- Positionnement du Parc National d'El Kala (P.N.E.K) dans son contexte géographique et écologique.

Chapitre II : Matériel et Méthodologie

- Description du matériel mobilisé et explicitation de la démarche méthodologique retenue.
- Justification du choix des stations et de l'organisation de l'échantillonnage.
- Présentation des techniques d'échantillonnage appliquées.
- Détail des procédures de conservation et d'étiquetage des spécimens.
- Exposé de l'approche d'identification adoptée pour la détermination des espèces.

Chapitre III : Résultats et interprétation

- Présentation des résultats de l'inventaire et de leur lecture analytique.
- Discussion de la composition spécifique et de la structure des abondances.
- Analyse de la distribution des espèces selon les stations et les types d'habitats.
- Mise en évidence des implications écologiques.
- Mise en perspective des résultats avec les travaux disponibles dans l'Est algérien.

En définitive, l'étude vise à consolider une base faunistique de référence sur les isopodes terrestres au sein du Parc National d'El Kala, et à proposer une interprétation écologique structurée de la distribution des peuplements dans une aire protégée marquée par une forte hétérogénéité d'habitats.

Elle ouvre enfin des perspectives de recherche fondées sur l'élargissement de l'échantillonnage à d'autres microhabitats et à d'autres périodes, afin de mieux appréhender la dynamique spatio-temporelle des Oniscidea et de préciser leur intérêt en tant qu'indicateurs fonctionnels de la qualité des milieux édaphiques.

Chapitre I

Généralités, définitions et cadre théorique de l'étude.

I. CHAPITRE I : Généralités, définitions et cadre théorique de l'étude :

I.1. Introduction du chapitre :

Ce premier chapitre a pour objectif d'établir les bases conceptuelles, théoriques et contextuelles nécessaires à la compréhension de l'étude consacrée à l'inventaire des isopodes terrestres (Oniscidea), communément appelés cloportes, dans le Nord-Est algérien. Toute démarche d'inventaire s'inscrit d'abord dans le champ de la biodiversité, entendue comme la variabilité du vivant aux niveaux génétique, spécifique et écosystémique. Dans cette perspective, la diversité faunistique renvoie à la richesse spécifique, à la structure des assemblages et, lorsque les données le permettent, aux variations d'abondance. Les cloportes constituent un groupe particulièrement pertinent pour documenter cette diversité en raison de leur large distribution, de leur accessibilité à l'échantillonnage et de leur importance fonctionnelle dans les communautés du sol, où ils figurent souvent parmi les macro-décomposeurs dominants (**Paoletti & Hassall, 1999**).

Le chapitre précise ensuite les notions centrales mobilisées dans le cadre de l'étude : l'inventaire zoologique, qui suppose des méthodes de collecte reproductibles, une standardisation de l'effort d'échantillonnage et une identification taxonomique rigoureuse ; les concepts de bioindicateurs et d'espèces sentinelles, particulièrement adaptés aux isopodes terrestres du fait de leur sensibilité aux perturbations et de leur capacité de bioaccumulation ; ainsi que les notions d'habitat, de microhabitat et de niche écologique, indispensables pour interpréter la répartition spatiale des espèces à l'échelle fine. Les apports récents sur l'activité spatiale et le comportement d'abri des isopodes soulignent en effet l'importance de la dimension microspatiale, la présence d'un habitat favorable n'impliquant pas une occupation uniforme des individus (**Fialová & Tuf, 2025**). Enfin, les notions de distribution géographique et de chorologie permettent de relier les occurrences locales aux grands ensembles biogéographiques et de discuter le rôle possible des introductions liées aux activités humaines (**Zidar & Mihelič, 2025**).

Au-delà des concepts, ce chapitre présente les isopodes terrestres sous l'angle systématique et morphologique : leur position taxonomique au sein des Crustacea, les principaux caractères externes utiles à l'identification (segmentation, appendices, pseudotrachées, uropodes, aptitude ou non à la volvation), ainsi que leurs principales adaptations à la vie terrestre. Il aborde également des éléments clés de leur biologie (cycle de vie, mue, reproduction, déterminisme du sexe et rôle de Wolbachia) et de leur écologie fonctionnelle (régime détritovre, contribution au recyclage des nutriments, structuration des sols et interactions avec les microorganismes). Enfin, le cadre géographique et écologique de la zone d'étude est présenté à travers le Parc National d'El Kala (PNEK), espace protégé et habité, caractérisé par une mosaïque d'habitats (forêts, maquis, dunes, zones humides) et soumis à des pressions anthropiques susceptibles d'influencer la qualité des milieux et la composition de la pédofaune (**Latreche & Rouag, 2020 ; Saadali et al., 2015**). Ainsi, ce chapitre fournit le socle théorique et contextuel à partir duquel seront discutés les résultats de l'inventaire et leurs implications écologiques.

I.2. Définitions et concepts clés:

I.2.1. Notion de biodiversité et diversité faunistique:

La biodiversité renvoie à la variabilité du vivant à plusieurs niveaux d'organisation (gènes, espèces, écosystèmes) et constitue un cadre conceptuel indispensable pour interpréter tout travail d'inventaire. Dans une approche centrée sur les Oniscidea, la diversité faunistique peut être comprise comme la composition spécifique d'un territoire (richesse spécifique), la structure des assemblages et, lorsque cela est possible, les variations d'abondance. Les cloportes sont particulièrement pertinents pour documenter cette diversité, car ils sont largement distribués, relativement accessibles à l'échantillonnage et fonctionnellement importants dans les communautés du sol. À ce propos, Paoletti et Hassall (1999) rappellent que les cloportes sont «**très répandu, facilement identifiable**» et qu'ils constituent souvent une composante dominante des macro-décomposeurs (Paoletti & Hassall, 1999). Dans certains habitats tempérés, leurs densités peuvent atteindre des valeurs élevées, ce qui conforte leur intérêt pour des lectures comparatives entre milieux et/ou modes de gestion (Paoletti & Hassall, 1999).

I.2.2. Notion d'inventaire zoologique:

Un inventaire zoologique désigne une démarche structurée visant à **recenser** et **identifier** les taxons présents dans une aire d'étude, en documentant leurs occurrences dans l'espace, et, si possible, leur abondance relative. Il s'agit d'une opération scientifique fondée sur (i) des méthodes de collecte reproductibles, (ii) une standardisation de l'effort d'échantillonnage, et (iii) une identification taxonomique rigoureuse. Pour les isopodes terrestres, l'inventaire repose classiquement sur la collecte manuelle, le piégeage de type « pitfall/Barber » et l'extraction par gradients de chaleur et de lumière. Paoletti et Hassall (1999) précisent en effet que les cloportes peuvent être « **échantillonné facilement à la main, par piégeage en fosse (pièges Barber), ou extrait du sol par la chaleur et la lumière** » (Paoletti & Hassall, 1999). Ils signalent aussi une limite méthodologique majeure : les pièges de surface reflètent souvent l'activité autant que l'abondance réelle, et sous-échantillonnent les formes plus strictement édaphiques (Paoletti & Hassall, 1999). L'inventaire, dans ce contexte, doit donc combiner plusieurs techniques et multiplier les répétitions, car la dispersion est fréquemment agrégée et exige un effort d'échantillonnage conséquent pour obtenir des estimations robustes (Paoletti & Hassall, 1999).

I.2.3. Notion de bioindicateurs et d'espèces sentinelles:

Un bioindicateur est un organisme, une population ou un assemblage dont les variations (présence/absence, abondance, traits fonctionnels, paramètres physiologiques) renseignent sur l'état d'un milieu et sur les pressions qui s'y exercent. Une espèce sentinelle, quant à elle, est suivie de façon plus ciblée afin de détecter précocement des perturbations ou contaminations, et d'éclairer les risques écologiques associés. Les cloportes se prêtent bien à ces usages : ils sont faciles à collecter, écologiquement importants dans la décomposition et, surtout, sensibles à des pratiques de gestion ou à des pollutions. Paoletti et Hassall (1999) indiquent par exemple que ces organismes sont «**sensible aux applications de pesticides**», avec des différences nettes de densité entre régimes de culture conventionnels et biologiques (Paoletti & Hassall, 1999).

Dans le registre des contaminations, les isopodes peuvent aussi servir d'indicateurs de bioaccumulation. Paoletti et Hassall (1999) soulignent qu'ils tolèrent certains métaux lourds en les accumulant dans des vésicules de l'hépatopancréas, ce qui les rend «**potentiellement utile pour surveiller la bioaccumulation** » (Paoletti & Hassall, 1999). Cette propriété confère une valeur sentinelle particulière aux espèces communes et abondantes : elles permettent un suivi régulier, spatialement comparatif, et potentiellement informatif pour la chaîne trophique, puisqu'elles sont consommées par de nombreux prédateurs (Paoletti & Hassall, 1999).

I.2.4. Notion d'habitat, microhabitat et niche écologique:

L'habitat désigne l'ensemble des conditions (abiotiques et biotiques) caractérisant un milieu où une espèce vit, tandis que le microhabitat renvoie aux unités fines et localisées au sein de cet habitat (litière humide, dessous de pierre, bois mort, interstices du sol, écorces, etc.). Pour les cloportes, ces microhabitats sont déterminants, car ils conditionnent l'accès à l'humidité, à la nourriture détritique et aux refuges, et structurent de nombreux comportements (sheltering, agrégation, rythmes d'activité). La niche écologique renvoie, elle, à la place fonctionnelle et aux exigences de l'espèce (ressources, tolérances, interactions), permettant de comprendre pourquoi certaines espèces dominent sous certains régimes de microclimat, de substrat ou de perturbation.

Les études comportementales de terrain montrent que la dynamique spatiale influence fortement l'occupation des microhabitats. Fialová et Tuf (2025), en utilisant des abris artificiels, rapportent une vagilité comparable chez *Porcellio scaber* et *Armadillidium versicolor* et une capacité de dispersion mesurée «**au moins 1,1 m/h**» (Fialová & Tuf, 2025). Ils indiquent aussi que les abris fournis ne sont pas occupés de manière homogène, l'occupation variant selon la position des abris et le temps écoulé depuis le début de l'expérience (Fialová & Tuf, 2025). Ces résultats rappellent qu'un inventaire doit intégrer la dimension microspatiale : la simple présence d'un habitat «**favorable** » n'implique pas une distribution uniforme des individus, car les choix de microhabitats résultent d'un compromis entre hydratation, refuge, interactions et activité nocturne (Fialová & Tuf, 2025).

I.2.5. Notion de distribution géographique et chorologie:

La distribution géographique décrit l'aire de présence d'une espèce et ses variations spatiales (continuité, fragmentation, gradients). La chorologie complète cette notion en s'intéressant aux types d'aires (endémique, méditerranéenne, paléarctique, cosmopolite, etc.) et aux facteurs qui les expliquent (histoire biogéographique, barrières, anthropisation, contraintes écophysiologiques). Dans un inventaire du Nord-Est algérien, la chorologie permet de relier les occurrences locales aux grands ensembles biogéographiques (Maghreb, Méditerranée, Paléarctique), tout en discutant les déterminants écologiques (aridité, disponibilité en calcium, structure de la litière).

Certaines espèces servent d'exemples utiles pour illustrer ces concepts. *Porcellio scaber* est classiquement décrit comme natif d'Europe continentale, mais aujourd'hui largement dispersé, «**réparti sur tous les continents sauf l'Antarctique**» (Zidar & Mihelič, 2025). Ce type de profil chorologique (large distribution, facilités de transport/installation, plasticité écologique) est particulièrement important à considérer lors de l'interprétation d'un inventaire

régional : la présence d'une espèce peut refléter autant des affinités biogéographiques naturelles que des introductions liées aux activités humaines (Zidar & Mihelič, 2025).

I.3. Présentation des isopodes terrestres (cloportes) :

I.3.1. Position systématique:

Les cloportes (isopodes terrestres) figurent parmi les arthropodes les plus familiers des milieux anthropisés, tant leur présence est quasi cosmopolite et leur proximité avec l'homme ancienne. Une synthèse de vulgarisation indique que le cloporte est un organisme familier pour la plupart des populations humaines et que différentes espèces sont présentes à l'échelle mondiale (Curl, s. d.). Sur le plan historique, la même source mentionne que les cloportes apparaissent dans le registre fossile dès l'Éocène (environ 50 millions d'années) et suggère une origine plus ancienne liée à des ancêtres benthiques marins, ce qui éclaire la trajectoire évolutive ayant conduit à la conquête partielle du milieu terrestre (Curl, s. d.). Sur le plan systématique, leur position se comprend dans le cadre général : Animalia → Arthropoda → Crustacea → Malacostraca → Peracarida → Isopoda → Oniscidea, les Oniscidea correspondant aux isopodes adaptés à la vie terrestre et édaphique. Ainsi, les cloportes appartiennent à l'ordre des Isopoda et constituent l'un des rares groupes de Crustacea ayant conquis durablement le milieu terrestre (Curl, s. d.).

Sur le plan systématique, les cloportes correspondent aux isopodes terrestres regroupés au sein des Oniscidea (souvent rattachés au complexe Oniscoidea), explicitement désignés comme des « **Oniscoidea, appelés vulgairement Cloportes** » (Vandel, 1960). Afin d'inscrire l'étude dans un cadre universel de classement du vivant, il est utile de rappeler l'ossature hiérarchique sous laquelle se rangent, à l'échelle mondiale, les espèces de cloportes : Animalia → Arthropoda → Crustacea → Malacostraca → Peracarida → Isopoda → Oniscidea. Cette trame constitue un cadre opératoire pour l'inventaire, car elle relie l'identification locale à la nomenclature zoologique internationale et permet d'organiser la détermination du niveau le plus inclusif vers le plus spécifique (3BGU Experimental Biology, 2023).

À l'intérieur des Oniscidea, la diversité est structurée selon une hiérarchie taxonomique classique : familles → genres → espèces. Autrement dit, l'inventaire ne s'arrête pas à l'affirmation « Oniscidea », mais se déploie vers des unités de plus en plus fines, jusqu'au niveau spécifique. Dans une perspective appliquée, l'étude conduite dans l'extrême Nord-Est algérien illustre concrètement cette logique, en rapportant « **5 espèces d'isopodes rattachées à 04 genres** » (Boukachabia et al., 2022), à savoir *Armadillidium*, *Armadillo*, *Porcellio* et *Porcellionides*, et les espèces *Armadillidium vulgare*, *Armadillo officinalis*, *Porcellio laevis*, *Porcellio variabilis* et *Porcellionides pruinosus* (Boukachabia et al., 2022). Cette structuration en genres et espèces permet ensuite d'aborder, de manière comparée, la distribution spatiale et temporelle des taxons inventoriés.

Les genres et espèces recensés dans deux stations de l'Est algérien (Annaba et El-Tarf) sont les suivants :

Genres (n = 4) : Armadillidium, Armadillo, Porcellio et Porcellionides.

Espèces (n = 5) : Armadillidium vulgare, Armadillo officinalis, Porcellio laevis, Porcellio variabilis et Porcellionides pruinosus. (Boukachabia et al., 2022).

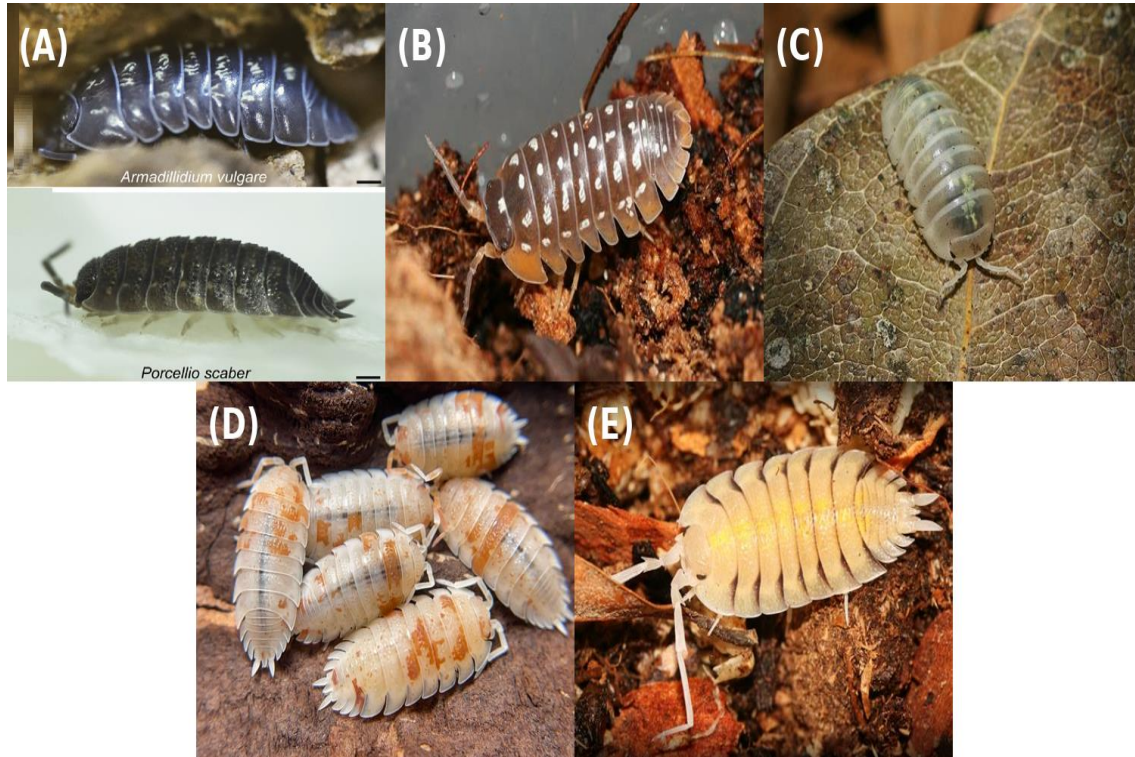


Figure I.1. Isopodes terrestres recensés dans deux stations de l'Est algérien (Annaba et El-Tarf) : planche photographique multi-panneaux (A–E).

Source : Conception, collecte des images et réalisation par l'étudiante, sur la base des données et références issues de la littérature scientifique disponible.

(A) Armadillidium vulgare : espèce commune appartenant à la famille des Armadillidiidae, caractérisée par un corps fortement convexe et la capacité de se rouler complètement en boule (volvation), mécanisme de défense contre la dessiccation et la prédation.

(B) Armadillo officinalis : espèce de la famille des Armadillidae, reconnaissable à ses plaques dorsales épaisses ornées de taches claires et à sa forte aptitude à la volvation complète.

(C) Porcellionides pruinosus : espèce de la famille des Porcellionidae, présentant une coloration claire à aspect pruineux, souvent associée à une couche cireuse superficielle, fréquente dans les milieux ouverts et anthropisés.

(D) Porcellio laevis : espèce de grande taille appartenant à la famille des Porcellionidae, ici représentée par une forme claire, se distinguant par un corps allongé, lisse et non apte à la volvation.

(E) Porcellio variabilis : espèce caractérisée par une variabilité chromatique marquée, avec

des teintes claires à jaunâtres, typique des milieux méditerranéens et largement répartie en Afrique du Nord.

Enfin, certaines ressources de vulgarisation spécialisée présentent des rubriques de type « **Families** » et proposent des exemples de familles (p. ex. Armadillidiidae, Porcellionidae) et de genres associés ; toutefois, ces listes doivent être mobilisées avec prudence, car elles illustrent la diversité sans constituer une preuve qu'il s'agit d'un référentiel mondial exhaustif (Isopod Site, s. d.). Elles restent néanmoins utiles comme appui pédagogique pour visualiser l'emboîtement famille-genre-espèce, à condition de les articuler à des sources taxonomiques et faunistiques de référence.

Tableau 01 : Classification taxonomique des cloportes (Oniscidea) : du domaine à la sous-classe.

Rang taxonomique	Taxon (latin)	Appellation française	Note courte (utile)
Domaine	Eukaryota	Eucaryotes	Cellules à noyau
Règne	Animalia	Animaux	Organismes pluricellulaires hétérotrophes
Embranchement	Arthropoda	Arthropodes	Exosquelette + corps segmenté + appendices articulés
Sous-embranchement	Crustacea	Crustacés	Groupe incluant crabes, crevettes, etc.
Classe	Malacostraca	Malacostracés	Grande classe de crustacés
Sous-classe	Eumalacostraca	Eumalacostracés	Sous-ensemble majeur des Malacostraca
Super-ordre	Peracarida	Péracarides	Groupe comprenant notamment les Isopodes
Ordre	Isopoda	Isopodes	“Pieds égaux” : paires de pattes locomotrices relativement similaires
Sous-ordre	Oniscidea	Isopodes terrestres (cloportes)	Adaptés à la vie terrestre (humidité, refuges, etc.)

Source : 3BGU Experimental Biology (2023).

I.3.2. Caractères morphologiques généraux:

Les cloportes (Crustacea, Isopoda, Oniscidea) se caractérisent par un corps dorso-ventralement aplati, segmenté, et dépourvu de carapace, ce qui les distingue de nombreux autres crustacés. Leur plan d'organisation repose sur une série de segments porteurs d'appendices locomoteurs et sur un abdomen postérieur plus court, conférant une silhouette globale ovale à allongée, variable selon les lignées et les contraintes écologiques (**Liceo Campoverde, 2023; Noël & Séchet, 2007**). À l'échelle fonctionnelle, cette morphologie favorise l'occupation d'interstices, la progression sous la litière et la recherche d'abris humides, tout en limitant l'exposition à la dessiccation (**Paoletti & Hassall, 1999**).

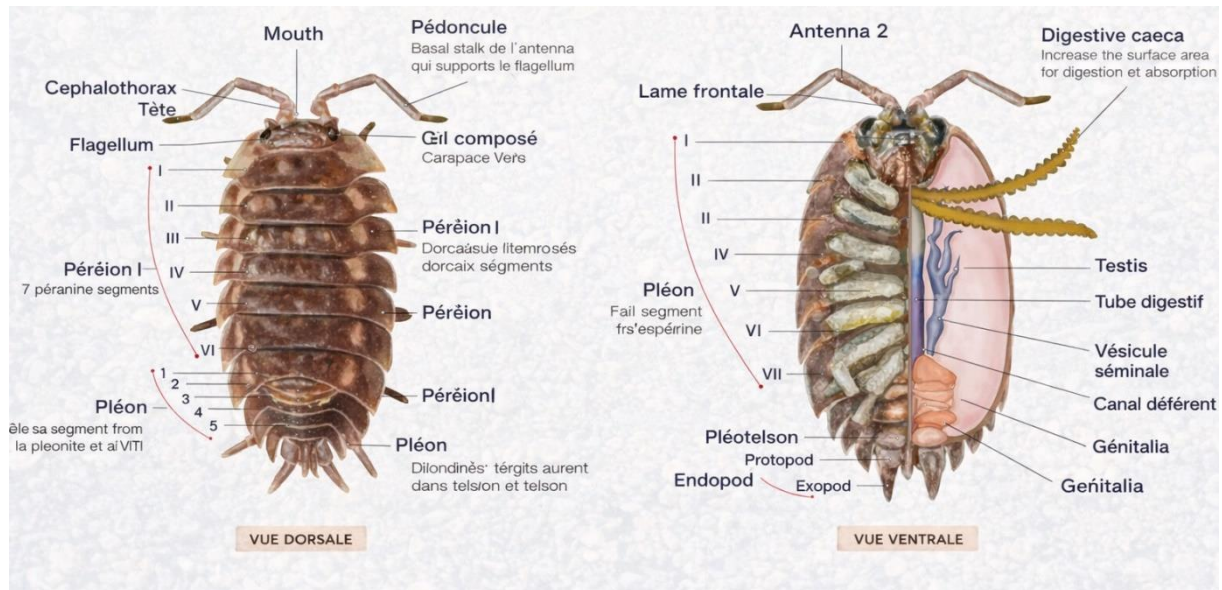


Figure I.02. Morphologie externe et organisation interne d'un cloporte (Isopoda : Oniscidea), vues dorsale et ventrale.

Source : AnimalFact, 2025 (consulté le 15/01/2026).

La diversité morphologique des isopodes terrestres inclut des formes présentant une aptitude à la volvation (enroulement en boule) chez certains taxons, tandis que d'autres ne peuvent que se recroqueviller partiellement, en forme de « C », (le corps de certains cloportes se courbe sous le stress et prend une forme en « C »), lors d'un stress (Claivaz, 2023).



Figure I.03. Illustration du comportement de volvation chez les isopodes terrestres

Source : Claivaz, L. (novembre 2023). Clé d'identification des isopodes terrestres d'Île-de-France [Guide d'identification]. Les Amis Naturalistes des Coteaux d'Avron, p. 10.

Les variations de granulation tégumentaire, de brillance et de motifs pigmentaires sont fréquentes, parfois au sein d'une même espèce, ce qui impose de privilégier des critères structuraux (par ex. uropodes, pseudotrachées, lame frontale) plutôt que la seule coloration (Claivaz, 2023; Noël & Séchet, 2007). À ce propos, Paoletti et Hassall indiquent que les isopodes terrestres sont « **très répandus, facilement identifiables et constituent souvent une composante dominante des macro-décomposeurs du sol** » (Paoletti & Hassall, 1999).



Figure I.04. Exemples de morphotypes chez les cloportes (Oniscidea)

Source : Claivaz, L. (2023, novembre). Clé d'identification des Isopodes terrestres d'Île-de-France (p. 1). Document inédit.

L'image présente quatre morphotypes distincts d'isopodes terrestres (cloportes / Oniscidea), fréquemment mobilisés à des fins pédagogiques pour illustrer la diversité morphologique au sein de ce groupe. On peut les interpréter comme suit (du coin supérieur gauche au coin inférieur droit) :

En haut à gauche

Cloporte gris, relativement aplati, au corps ovale nettement segmenté, incapable de volvation complète.

→ Morphotype couramment observé chez des taxons proches des Porcellionidae et/ou des Oniscidae.

En haut à droite

Cloporte à coloration rouge-orangée marquée, corps relativement allongé avec une bande longitudinale plus claire.

→ Exemple de la variabilité chromatique au sein des Oniscidea ; la couleur, à elle seule, ne permet pas une diagnose spécifique fiable.

En bas à gauche

Cloporte sombre, aplati, avec pattes bien visibles et une conformation moins convexe, non volvant.

→ Morphotype typique d'espèces relativement mobiles, fréquemment rencontrées au sein des Porcellionidae.

En bas à droite

Cloporte capable de volvation (enroulement en boule), au corps robuste et fortement convexe, présentant une ornementation dorsale nette.

→ Caractère diagnostique majeur de la famille des Armadillidiidae (p. ex. le genre *Armadillidium*).

Cette image met en évidence la diversité morphologique des Oniscidea (formes aplaties vs volvantes, variabilité de coloration, différences de conformation). Cette diversité constitue une base pratique essentielle pour discriminer familles et genres lors des inventaires de terrain. Ces morphotypes sont largement distribués à l'échelle mondiale ; certains, notamment le morphotype *Armadillidium*, sont signalés en Algérie dans plusieurs travaux faunistiques.

Chez les Oniscidea, l'organisation corporelle externe est typiquement celle d'un crustacé sans carapace, à corps aplati et nettement segmenté, et comprenant sept paires de pattes ambulateurs portées par le péréion (Claivaz, 2023). On distingue classiquement trois régions : la tête (céphalon), équipée de deux paires d'antennes (dont l'antenne II, très utilisée en diagnostic, se termine par un flagelle), le péréion formé de péréionites successifs portant les péréiopodes, et le pléon, qui porte des pléopodes et se termine par les uropodes associés au telson (Claivaz, 2023 ; Noël & Séchet, 2007a). Sur la face ventrale, certains pléopodes peuvent être munis de pseudotrachées, structures respiratoires impliquées dans l'adaptation à la vie terrestre et fréquemment mobilisées comme critère d'identification au niveau des genres et des familles (Claivaz, 2023 ; Noël & Séchet, 2007b). Les caractères de la région céphalique (notamment la lame frontale et les lobes frontaux) ainsi que la forme relative des uropodes, la granulation tégumentaire et le degré de convexité du corps constituent des marqueurs diagnostiques majeurs dans les clés pratiques (Claivaz, 2023 ; Noël & Séchet, 2007b).

l'enveloppe dorsale peut porter diverses microstructures, ce que résume l'énoncé suivant : « **La surface du corps est couverte de soies, d'écailles et de glandes** », traduisant une diversité morpho-fonctionnelle liée aux contraintes écologiques (Paoletti & Hassall, 1999). Enfin, sur le plan écomorphologique, plusieurs profils de "formes de vie" sont classiquement distingués (par ex. espèces plus mobiles, espèces aptes à la volvation, espèces inféodées aux interstices), traduisant une adaptation au microhabitat, à la prédation et au régime hydrique (Paoletti & Hassall, 1999). Ainsi, la morphologie générale des cloportes doit être comprise comme un compromis évolutif entre locomotion, défense et maintien de l'équilibre hydrique en milieu terrestre (Isopod Site, n.d.; Paoletti & Hassall, 1999).

I.3.3. Anatomie externe:

Chez les Oniscidea, l'organisation corporelle externe est typiquement celle d'un crustacé sans carapace, à corps aplati et nettement segmenté, et comprenant sept paires de pattes ambulateurs portées par le péréion (Claivaz, 2023). On distingue classiquement trois régions : la tête (céphalon), équipée de deux paires d'antennes (dont l'antenne II, très utilisée en diagnostic, se termine par un flagelle), le péréion formé de péréionites successifs portant les péréiopodes, et le pléon, qui porte des pléopodes et se termine par les uropodes associés au telson (Claivaz, 2023 ; Noël & Séchet, 2007a). Sur la face ventrale, certains pléopodes peuvent être munis de pseudotrachées, structures respiratoires impliquées dans l'adaptation à la vie terrestre et fréquemment mobilisées comme critère d'identification au niveau des genres et des familles (Claivaz, 2023 ; Noël & Séchet, 2007b). Les caractères de la région céphalique (notamment la lame frontale et les lobes frontaux) ainsi que la forme relative des uropodes, la granulation tégumentaire et le degré de convexité du corps constituent des marqueurs diagnostiques majeurs dans les clés pratiques (Claivaz, 2023 ; Noël & Séchet, 2007b).

l'enveloppe dorsale peut porter diverses microstructures, ce que résume l'énoncé suivant :
 « **La surface du corps est couverte de soies, d'écailles et de glandes** », traduisant une diversité morpho-fonctionnelle liée aux contraintes écologiques (Paoletti & Hassall, 1999).

Les deux figures suivantes illustrent l'anatomie externe des isopodes terrestres (cloportes) à travers une vue dorsale et une vue ventrale, permettant de mieux comprendre l'organisation générale du corps et la disposition de ses principales structures. Figure 5. Anatomie externe d'un isopode terrestre – vue dorsale.

Cette figure montre la segmentation du corps, aplati dorso-ventralement, avec le péréion formé de segments thoraciques portant un bouclier dorsal rigide, suivi du pléon (abdomen) et des uropodes à l'extrémité postérieure.

Figure 6. Anatomie externe d'un isopode terrestre – vue ventrale. La vue ventrale met en évidence la tête (céphalon) avec les antennes et les pièces buccales (maxillipèdes), les pattes locomotrices portées par les segments thoraciques, ainsi que le pléon, le télson et les uropodes.

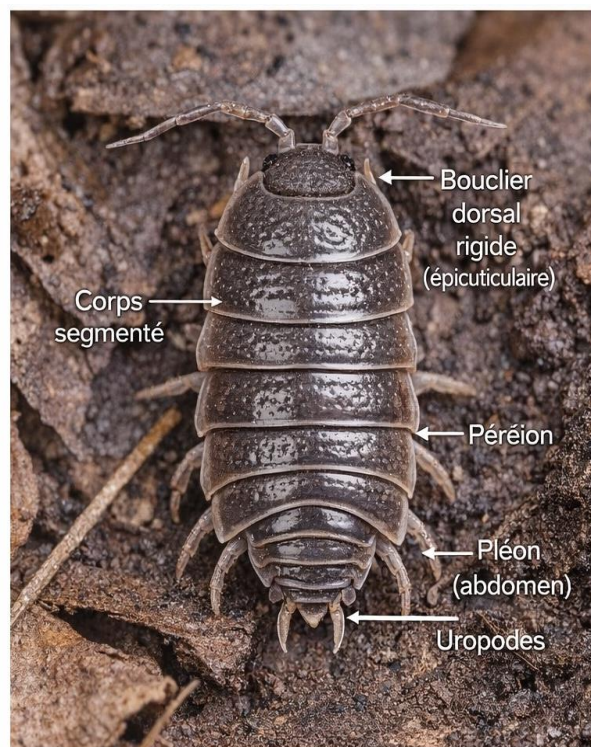
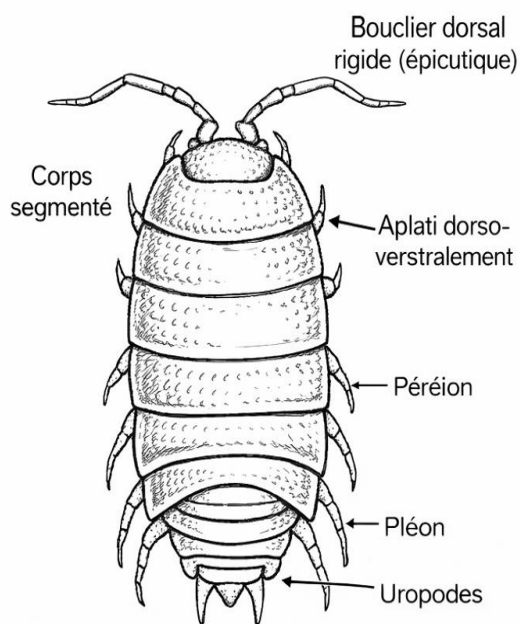


Figure I.05. Anatomie externe d'un isopode terrestre : **vue dorsale**

Source : Conception et réalisation de l'étudiante, d'après les données et références issues de la littérature scientifique disponible.

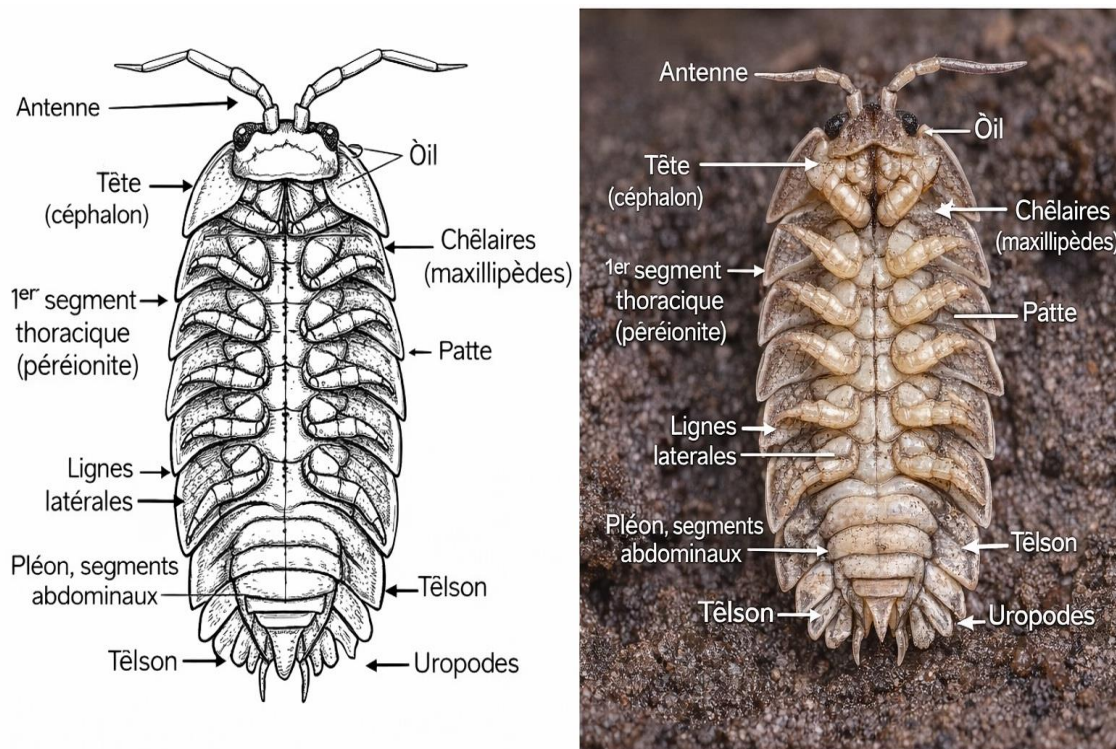


Figure I.06. Anatomie externe d'un isopode terrestre : **vue ventrale**

Source : Conception et réalisation de l'étudiante, d'après les données et références issues de la littérature scientifique disponible.

Enfin, sur le plan écomorphologique, plusieurs profils de “formes de vie” sont classiquement distingués (par ex. espèces plus mobiles, espèces aptes à la volvation, espèces inféodées aux interstices), traduisant une adaptation au microhabitat, à la prédation et au régime hydrique (Paoletti & Hassall, 1999). Ainsi, la morphologie générale des cloportes doit être comprise comme un compromis évolutif entre locomotion, défense et maintien de l'équilibre hydrique en milieu terrestre (Isopod Site, n.d.; Paoletti & Hassall, 1999).

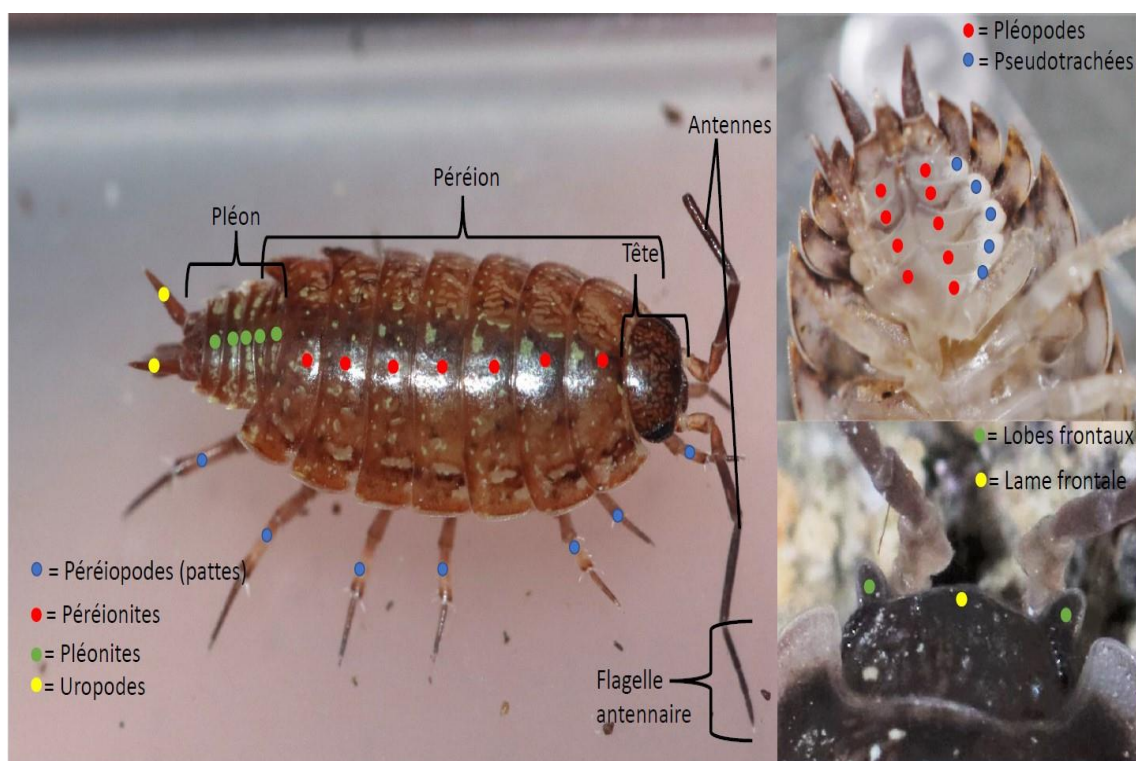


Figure I.07. Description des organes : l'anatomie externe du cloporte.

Source : Claivaz, L. (novembre 2023). Clé d'identification des isopodes terrestres d'Île-de-France [Guide d'identification]. Les Amis Naturalistes des Coteaux d'Avron, p. 11.

L'anatomie externe des cloportes s'organise en trois grandes régions : le céphalon (tête), le péréion (thorax) et le pléon (abdomen). Le céphalon porte deux paires d'antennes (antennules et antennes), ces dernières étant généralement les plus développées, et des yeux constitués d'ocelles dont le nombre et la taille varient selon les espèces (Claivaz, 2023; Isopod Site, n.d.). Certains caractères céphaliques (lobes frontaux, lame frontale, forme du flagelle antennaire) constituent des repères diagnostiques majeurs en identification de terrain (Claivaz, 2023). Le péréion comprend sept segments (péréionites), chacun portant une paire de péréiopodes (pattes ambulatoires) : cette constance explique l'étymologie "iso-podes", c'est-à-dire « **pattes semblables** » (**présentation Identifier les cloportes en Île-de-France, s. d.**). Le pléon comprend des segments postérieurs portant des pléopodes et se termine par l'ensemble terminal incluant le telson et les uropodes, souvent décisifs pour distinguer des genres proches (Claivaz, 2023; Isopod Site, n.d.).

Sur la face ventrale, une particularité importante réside dans la présence, chez de nombreux isopodes terrestres, de pseudotrachées (structures respiratoires) portées par certains pléopodes. Le document pédagogique précise (traduction) que des appendices spécialisés de l'abdomen portent des « **ouvertures pseudo-trachéennes assurant les échanges gazeux** », et que ce dispositif contribue à la diversité d'habitats colonisés (Liceo Campoverde, 2023). Cette organisation externe, associée aux comportements d'abri et d'agrégation, participe à la limitation des pertes hydriques en conditions terrestres (Noël & Séchet, 2007; Paoletti & Hassall, 1999).

Enfin, plusieurs traits externes présentent un intérêt biologique, au-delà de l'identification. D'une part, la volvation constitue une stratégie défensive remarquable chez certains groupes, impliquant une conformation particulière des péréionites et du bord du pléon, tandis que d'autres lignées compensent par des téguments plus granuleux, une meilleure adhérence aux substrats ou une crypticité accrue (Claivaz, 2023; Paoletti & Hassall, 1999). D'autre part, un dimorphisme sexuel peut être observable, notamment au niveau des pléopodes antérieurs chez les mâles, éléments fréquemment mobilisés en systématique (Isopod Site, n.d.). Ainsi, l'anatomie externe des cloportes fournit simultanément des critères taxonomiques robustes et des clés d'interprétation écologique, particulièrement utiles dans le cadre d'un inventaire régional au Nord-Est algérien.

I.3.4. Adaptations à la vie terrestre :

L'installation des Isopodes terrestres (Oniscidea) en milieu continental repose sur un compromis physiologique et comportemental, car ces crustacés demeurent étroitement dépendants de l'eau pour l'équilibre hydrique et certaines fonctions d'échange. Les synthèses naturalistes consacrées aux cloportes insistent ainsi sur l'importance des micro-habitats humides (litière, bois mort, pierres, humus), qui fournissent à la fois protection contre la dessiccation et ressources trophiques, ce qui explique la forte fidélité de nombreuses espèces à des refuges stables (Richards, s. d. ; Noël & Séchet, 2016).



Figure I.08. Diversité des micro-habitats des isopodes terrestres (Oniscidea)

Source : Extrait de Claivaz, L. (2023, novembre), Clé d'identification des isopodes terrestres d'Île-de-France (p. 9), Les Amis Naturalistes des Coteaux d'Avron.

Sur le plan fonctionnel, les appendices sensoriels jouent un rôle central dans l'exploration du milieu terrestre (détection chimique, mécanique et hygrométrique), notamment via la seconde antenne. Dans une étude morphologique sur *Porcellio scaber*, les auteurs rappellent que la seconde antenne constitue « un important organe sensoriel » fréquemment exposé aux agressions, d'où l'intérêt adaptatif de mécanismes de réparation (Zidar & Mihelič, 2025). Les capacités d'autotomie suivies de régénération s'interprètent comme une réponse adaptative à la prédation et aux interactions intraspécifiques : après amputation, la perte contrôlée d'une portion de l'antenne limite les dommages et permet la reconstitution ultérieure de l'organe (Zidar & Mihelič, 2025). « La seconde antenne, un organe sensoriel important chez les isopodes terrestres, est souvent attaquée et amputée par des prédateurs ou par des congénères » (Zidar & Mihelič, 2025).

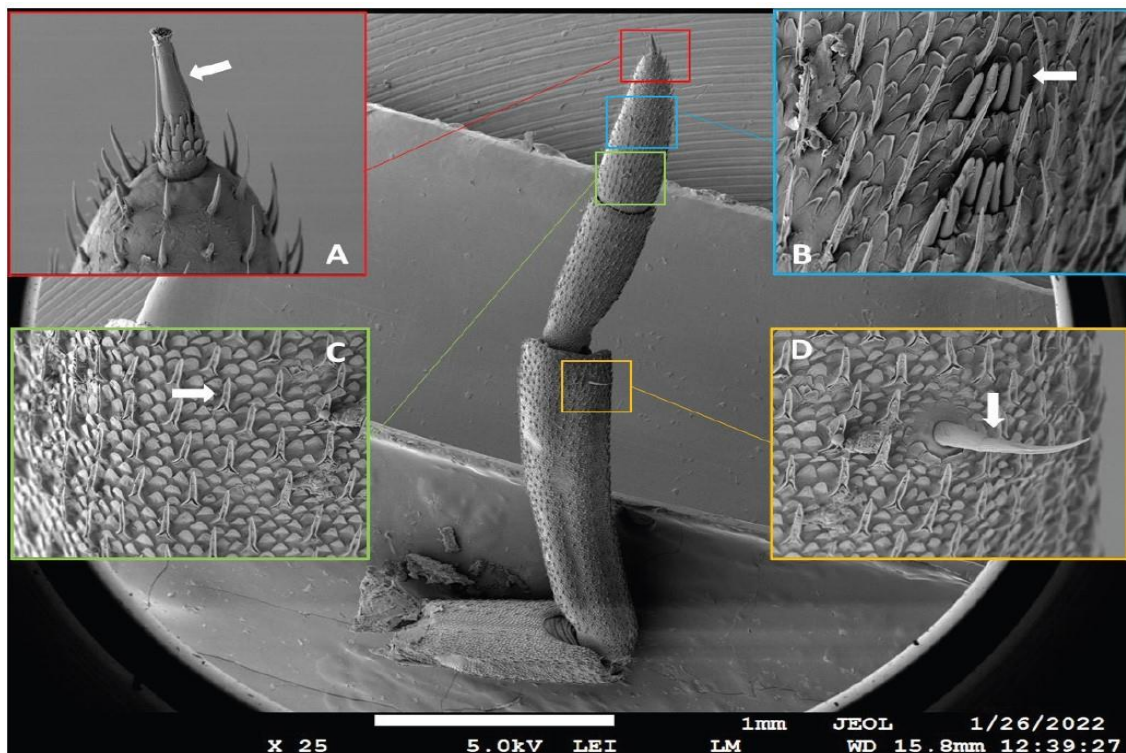


Figure I.09. Micrographies MEB (SEM) de l'antenne II régénérée chez *Porcellio scaber*, montrant l'organisation des structures sensorielles sur différentes zones du flagelle (A–D).
Source : Zidar & Mihelič (2025).

Enfin, l'adaptation à la vie terrestre se manifeste par un répertoire écologique finement ajusté aux contraintes du substrat : les prospections réalisées sur des mosaïques de micro-biotopes (bois, pierres, humus, laisses de mer) montrent que la distribution des espèces reflète la disponibilité locale d'abris et de conditions microclimatiques favorables (Noël & Séchet, 2016).

I.3.5. Cycle de vie et reproduction:

Le cycle de vie des cloportes est étroitement lié à la mue, qui conditionne la croissance et la réparation tissulaire. Les données expérimentales sur *P. scaber* montrent que la régénération d'appendices s'inscrit dans la dynamique de mue : lorsque l'amputation survient, l'antenne « **se régénère généralement après la toute première mue, ou la suivante** » (Zidar & Mihelič, 2025). Cette relation mue-régénération souligne le rôle de la physiologie hormonale de l'ecdysis dans la reconstruction des structures (Zidar & Mihelič, 2025).

« **Si une amputation survient, l'antenne se régénère généralement après la toute première mue, ou la suivante** » (Zidar & Mihelič, 2025).

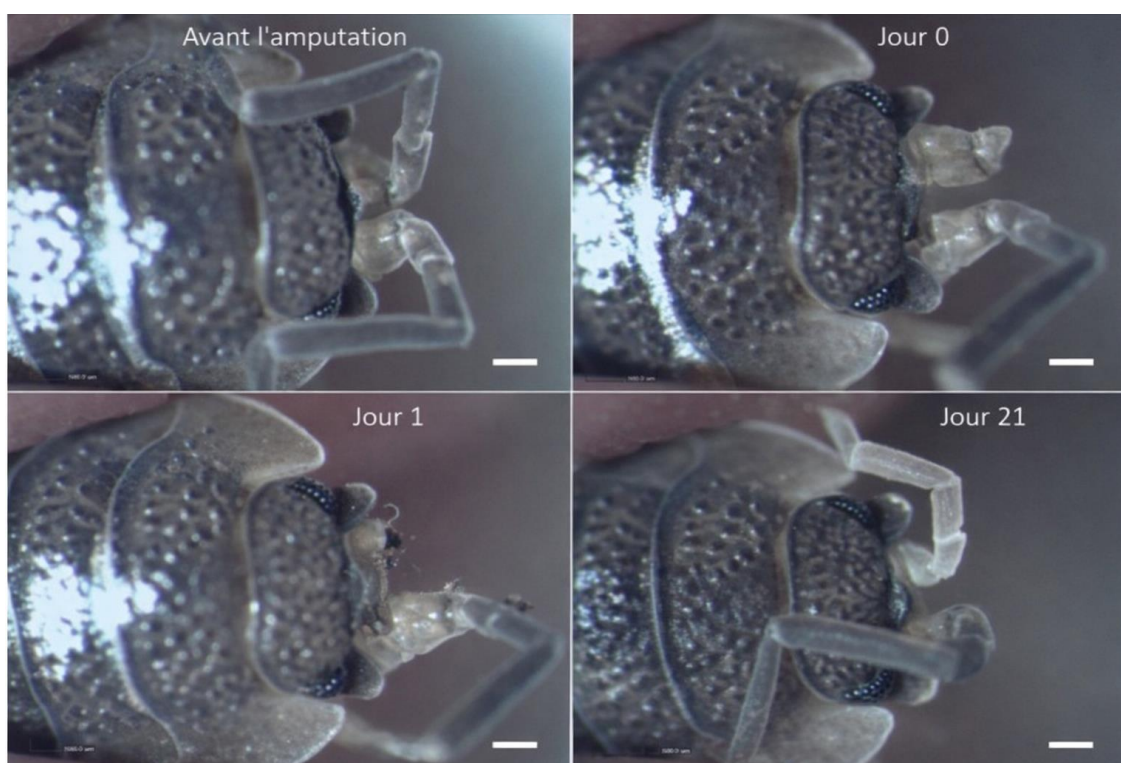


Figure I.10. Régénération de l'antenne II chez *Porcellio scaber*.

Source : Zidar & Mihelič (2025, p. 37)

Du point de vue de la reproduction, les synthèses généralistes mobilisées dans les documents naturalistes décrivent un ensemble de traits cohérents avec une stratégie de vie terrestre : protection des jeunes au cours des premiers stades, synchronisation saisonnière variable selon le contexte écologique, et importance des refuges pour la survie des adultes et des juvéniles (Richards, s. d.). Ces aspects expliquent que, dans les inventaires, les campagnes de collecte privilégient des périodes et des micro-habitats susceptibles de concentrer les individus (litière, humus, bois en décomposition), ce qui améliore la détectabilité des populations (Noël & Séchet, 2016 ; Noël & Séchet, 2007).

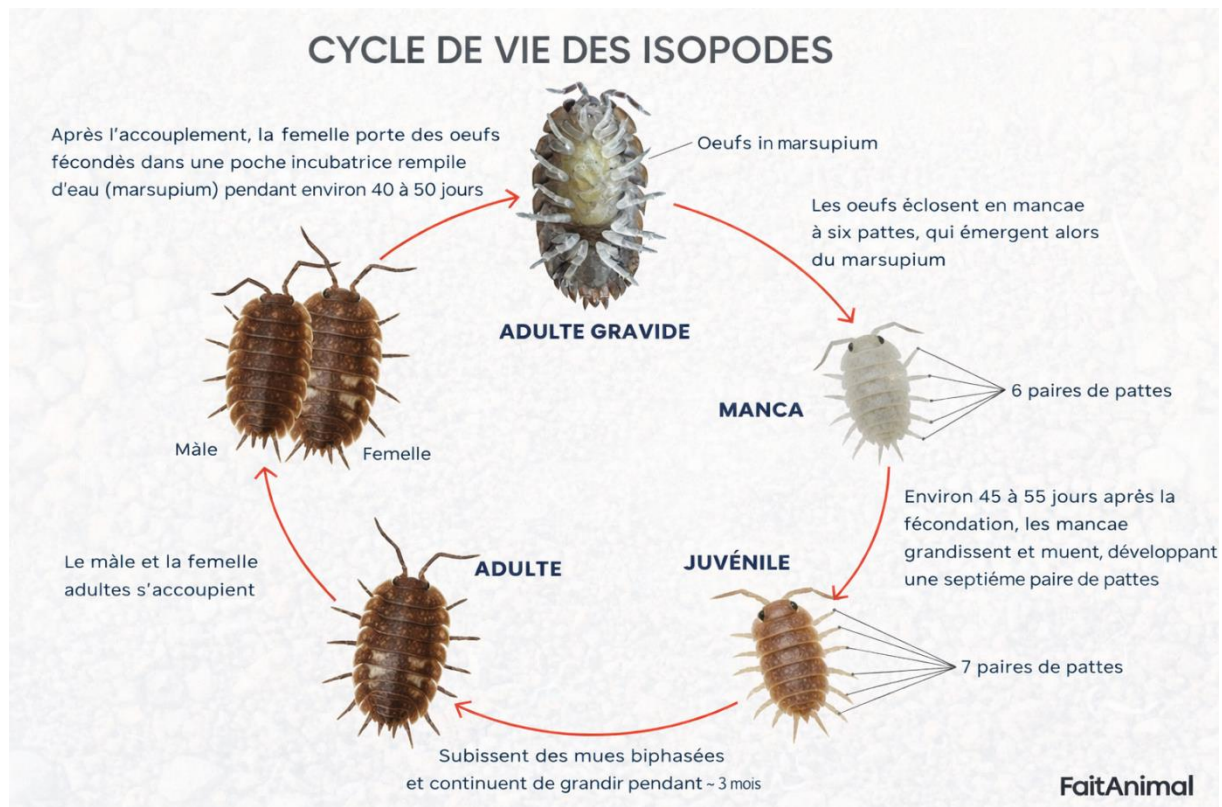


Figure I.11. Cycle de vie des isopodes : reproduction, incubation marsupiale et stades de développement (manca, juvénile, adulte).

Source : AnimalFact, 2025 (consulté le 15/01/2026).

Dans ce groupe, le cycle de vie est caractérisé par une reproduction sexuée dont l'issue dépend étroitement du déterminisme du sexe. (isopodes terrestres, Oniscidea), la reproduction est généralement gonochorique (sexes séparés). Le mâle transfère le sperme à la gonopore femelle via les seconds pléopodes modifiés ; le sperme est stocké dans un réceptacle séminal de l'oviducte, et la fécondation est interne. Les œufs fécondés sont incubés dans un marsupium rempli d'eau, formé par des oostégites ventraux ; ils éclosent en manca, semblables aux adultes mais dépourvues de la dernière paire de péréiopodes, et y effectuent leurs premières mues. À l'âge adulte, la mue est biphasée (partie postérieure puis antérieure). Chez les cloportes, le cycle de vie est caractérisé par une reproduction sexuée dont l'issue dépend étroitement du déterminisme du sexe. Chez *Armadillidium vulgare*, ce déterminisme est initialement chromosomique, fondé sur une hétérogamétie femelle ZW/ZZ : « **lorsqu'une femelle cloporte ZW se reproduit avec un mâle ZZ, leur descendance est composée à parité de femelles ZW et de mâles ZZ** » (Cordaux, 2018).

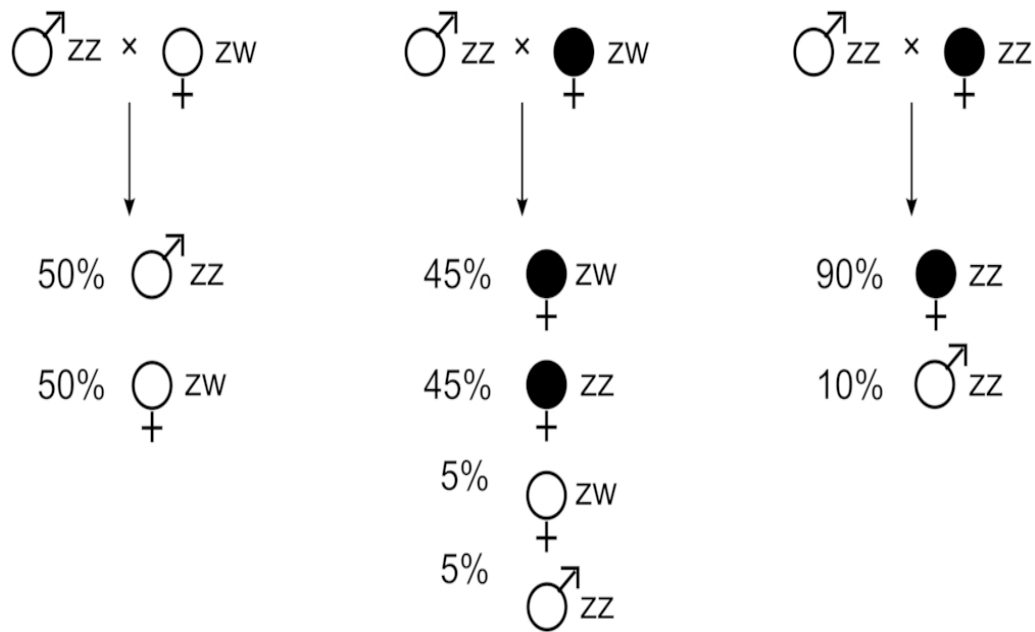


Figure I.12. Schémas de croisements illustrant le déterminisme du sexe (ZZ/ZW) et l'effet féminisant de Wolbachia chez *Armadillidium vulgare*.

Source : Cordaux (2018, p. 3)

Toutefois, ce schéma peut être profondément modifié par la présence de bactéries endosymbiotiques du genre *Wolbachia*, transmises verticalement par les ovocytes maternels (Cordaux, 2018). Ces bactéries sont capables de féminiser les embryons génétiquement mâles (ZZ), lesquels se développent alors en femelles phénotypiques et transmettent à leur tour l'endosymbiote à leur descendance (Cordaux, 2018). Il en résulte des portées fortement biaisées, comprenant environ 90 % de femelles, ce qui modifie la dynamique reproductive et le sex-ratio des populations (Cordaux, 2018).

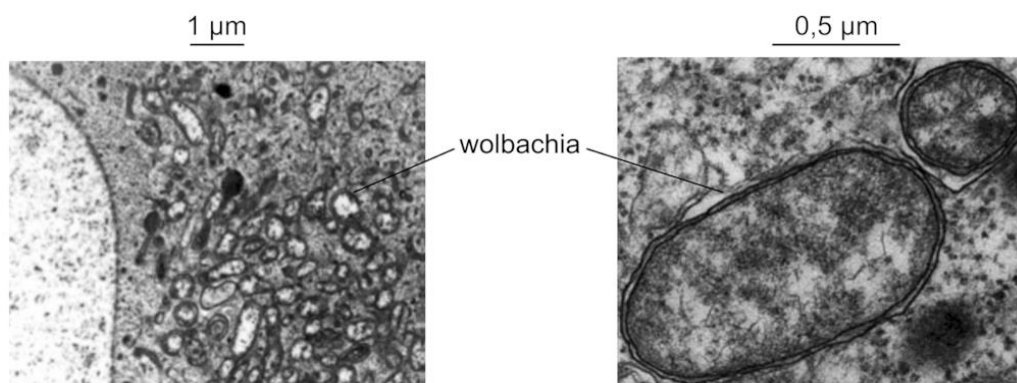


Figure I.13. Micrographies électroniques de *Wolbachia* observées dans les cellules de *Armadillidium vulgare*.

Source : Cordaux (2018, p. 2).

À plus long terme, ce phénomène peut conduire à la disparition du chromosome sexuel W dans les populations infectées, le déterminisme du sexe passant alors sous le contrôle cytoplasmique de Wolbachia (Cordaux, 2018).

Enfin, certaines lignées femelles dépourvues à la fois de W et de Wolbachia illustrent une troisième voie : le sexe femelle est alors déterminé par l'élément f, issu d'un transfert horizontal d'une large fraction du génome de Wolbachia vers le génome du cloporte (Cordaux, 2018).

I.3.6. Régime alimentaire et rôle dans la décomposition de la matière organique:

Les cloportes sont typiquement associés à une alimentation dominée par la matière organique morte, ce qui les situe au cœur des processus de décomposition. Les documents d'inventaire et de synthèse insistent sur leur présence dans des milieux riches en débris végétaux (humus, fragments ligneux, litière), précisément là où s'opèrent la fragmentation mécanique et la transformation progressive des résidus organiques (Richards, s. d. ; Noël & Séchet, 2016). À l'échelle des communautés, l'abondance locale peut être fortement liée à la disponibilité de ressources détritiques et de refuges humides, comme l'illustrent les stations décrites dans les prospections (bois morts, humus, sous pierres, laisses de mer), où certaines espèces littorales exploitent des accumulations de débris végétaux (Noël & Séchet, 2016).

Dans le cas particulier des environnements côtiers, l'inventaire mené sur la presqu'île de Giens, les îles d'Hyères et les secteurs adjacents souligne l'importance des laisses de mer et des dépôts de matière végétale en décomposition comme habitats et sources de nourriture. Les auteurs recommandent explicitement de préserver ces dépôts, car ils constituent un enjeu majeur pour le maintien de certaines communautés détritiques, incluant des isopodes spécialisés (Noël & Séchet, 2016). Cette observation renforce l'idée que, au-delà de leur simple présence, les cloportes participent à la structuration fonctionnelle des écosystèmes terrestres en contribuant à la fragmentation de la litière et à la dynamique de recyclage de la matière organique (Richards, s. d.).

I.4. Rôle écologique et importance des cloportes:

I.4.1. Rôle dans le recyclage des nutriments et la formation de l'humus:

Les cloportes (Isopoda: Oniscidea) occupent une place fonctionnelle majeure dans les premiers stades de la décomposition de la litière, en fragmentant mécaniquement la matière organique et en accélérant sa transformation en fractions plus fines, plus accessibles aux microorganismes du sol. À ce titre, ils contribuent directement à l'enrichissement du sol en matière organique de qualité et à la dynamique de l'humus. Comme le résume la littérature en écotoxicologie des sols, ils « **agissent principalement sur les premiers processus de fragmentation de la litière, contribuant à l'apport d'une matière organique de haute qualité, et augmentant le microbiome pour la poursuite du cycle des nutriments dans le sol** » (van Gestel et al., 2018).

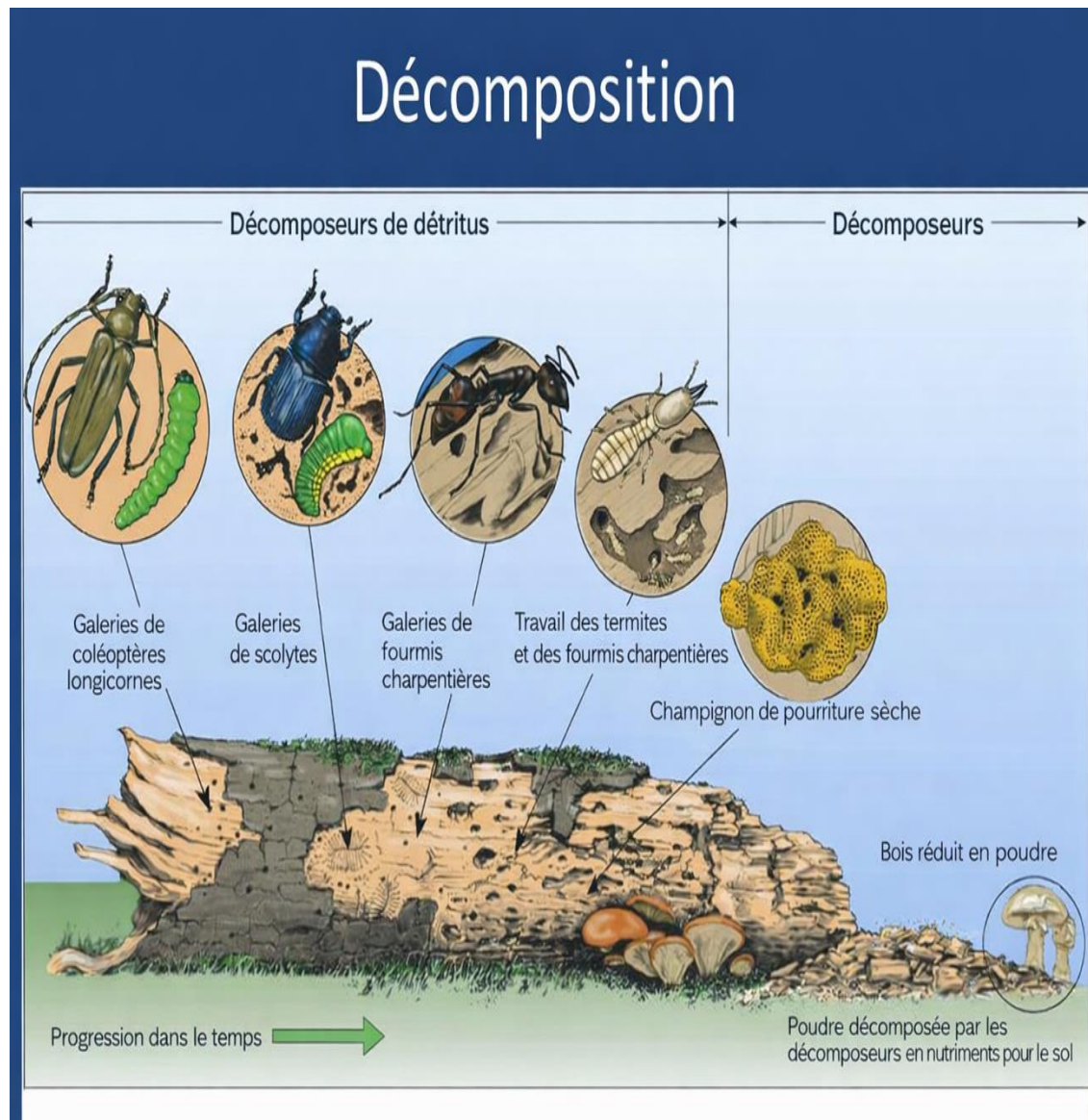


Figure I.14. Processus de décomposition du bois et rôle des organismes décomposeurs

Source : Guide Of Greece. <https://guideofgreece.com/> (consulté le 16/01/2026)

Cette contribution au recyclage ne peut toutefois pas être réduite à un simple effet “mécanique”. Les cloportes interagissent étroitement avec la composante microbienne via leur appareil digestif et leurs déjections, qui constituent des micro-habitats et des ressources organiques déjà “pré-traitées”. Dans cette perspective, la notion de microbiome isopodien est centrale : les associations hôte–microbes peuvent participer à l’exploitation de composés végétaux récalcitrants, et donc influencer sur l’efficacité globale de la décomposition. Bouchon et al. soulignent ainsi que les cloportes, en tant qu’organismes détritivores, sont intimement liés au fonctionnement microbien des sols, et que des symbiontes bactériens digestifs pourraient intervenir dans la mise à disposition d’enzymes permettant l’utilisation de composés difficiles à dégrader (p. ex. cellulose, lignines) (Bouchon et al., 2016).



Figure I.15. Regroupement (agrégation) de cloportes sur un substrat ligneux.

Source : La page des escargots, <https://lapagedesescargots.fr/connaitre-les-cloportes-et-les-iules/> (consulté le 16/01/2026).

Au total, l'action combinée (fragmentation, ingestion, production de fèces, stimulation microbienne) accélère la minéralisation et la redistribution des nutriments, tout en favorisant la structuration progressive de l'humus. Dans les agroécosystèmes, cette fonction est d'autant plus importante qu'elle participe à la fertilité biologique, à la disponibilité des nutriments et, indirectement, aux flux de gaz à effet de serre associés aux cycles biogéochimiques.

I.4.2. Contribution à la structure des sols et à la chaîne trophique:

Les cloportes sont souvent décrits comme des “**ingénieurs du sol**”, non seulement parce qu'ils transforment la litière, mais aussi parce qu'ils modifient localement les propriétés édaphiques (microstructure, distribution des ressources, hétérogénéité spatiale) et influencent les communautés microbiennes. Dans une étude expérimentale en microcosmes, Heffner et al. rappellent que *Porcellio scaber* est largement reconnu comme un bioingénieur du sol, capable de modifier les propriétés de son habitat et d'influencer des processus de minéralisation du carbone et de l'azote (Heffner et al., 2023).

Au-delà de ces effets généraux, les cloportes s'insèrent dans la chaîne trophique du sol via des interactions “**ascendantes**” (ressources → consommateurs) et “**descendantes**” (prédateurs → proies), tout en contribuant à la circulation du carbone dans le réseau alimentaire microbien. Un résultat particulièrement éclairant concerne le couplage entre oxydation du méthane et réseaux trophiques microbiens : Heffner et al. montrent que la présence de *P. scaber* augmente significativement l'absorption de méthane et s'accompagne d'un réseau d'interactions plus complexe entre bactéries et champignons (Heffner et al., 2023). En termes de circulation du carbone, l'étude met en évidence un transfert de carbone marqué (via ^{13}C -méthane) depuis les méthanotrophes vers des champignons, suggérant l'intégration de substrats dérivés du

méthane dans la trame trophique du sol (Heffner et al., 2023). « **Comparativement aux microcosmes sans cloporte, *P. scaber* induit significativement l'absorption de méthane, associée à des interactions plus complexes bactéries–bactéries et bactéries–champignons** » (Heffner et al., 2023).

Ainsi, la contribution des cloportes à la “**structure**” du sol doit être comprise au sens large : structure physique (hétérogénéité fine), structure biologique (organisation des communautés microbiennes) et structure trophique (chemins de transfert de carbone et d'énergie).

I.4.3. Cloportes comme bioindicateurs de la qualité des milieux:

Les cloportes sont également importants comme organismes sentinelles, à la fois en laboratoire (tests de toxicité) et sur le terrain (biomonitoring). La revue de van Gestel et al. (2018) insiste sur leur pertinence en écotoxicologie, en raison de leur rôle dans les services écosystémiques du sol et de leurs voies d'exposition typiques (sol, nourriture), permettant d'intégrer la biodisponibilité réelle des contaminants (van Gestel et al., 2018).

Sur le plan méthodologique, l'intérêt des cloportes comme bioindicateurs tient aussi à la diversité des endpoints mobilisables :

mortalité, croissance, reproduction, consommation/assimilation, comportement d'évitement, ainsi que des biomarqueurs (stress oxydatif, enzymes, histopathologie) (van Gestel et al., 2018). Ils constituent donc un pont entre des mesures “**fonctionnelles**” (alimentation, décomposition) et des mesures “**d'effet**” (altérations physiologiques et démographiques).

Pour le suivi en conditions naturelles, van Gestel et al. décrivent explicitement la logique du biomonitoring : la mesure des concentrations corporelles dans une espèce tolérante peut indiquer la biodisponibilité des polluants et aider à estimer le risque pour d'autres organismes plus sensibles (van Gestel et al., 2018). « **Mesurer la concentration de polluants chez une espèce indicatrice tolérante : les concentrations corporelles indiquent la biodisponibilité des polluants** » (van Gestel et al., 2018).

Dans le cadre d'un inventaire régional (Nord-Est algérien), cette dimension bioindicatrice est particulièrement utile pour articuler la faunistique (présence/abondance) avec une lecture fonctionnelle des habitats (qualité édaphique, pression chimique, intégrité des réseaux biologiques).

I.4.4. Interactions avec d'autres organismes:

Les cloportes interagissent avec de multiples composantes du biote du sol. D'abord avec les microorganismes : d'une part via leur microbiome (symbiontes et “**passagers**” environnementaux), d'autre part via l'effet de leurs activités (bioturbation, fèces) sur la composition et la dynamique des communautés microbiennes. Bouchon et al. (2016) mettent en avant les cloportes comme modèle émergent pour étudier les associations symbiotiques d'intérêt écologique, en soulignant que certains symbiontes intestinaux pourraient être spécifiques aux isopodes terrestres et susceptibles d'influencer les performances écologiques de l'hôte (Bouchon et al., 2016). « **Les isopodes terrestres... représentent des espèces clés des écosystèmes terrestres, contribuant à la décomposition de la matière organique et régulant le réseau alimentaire microbien** » (Bouchon et al., 2016).

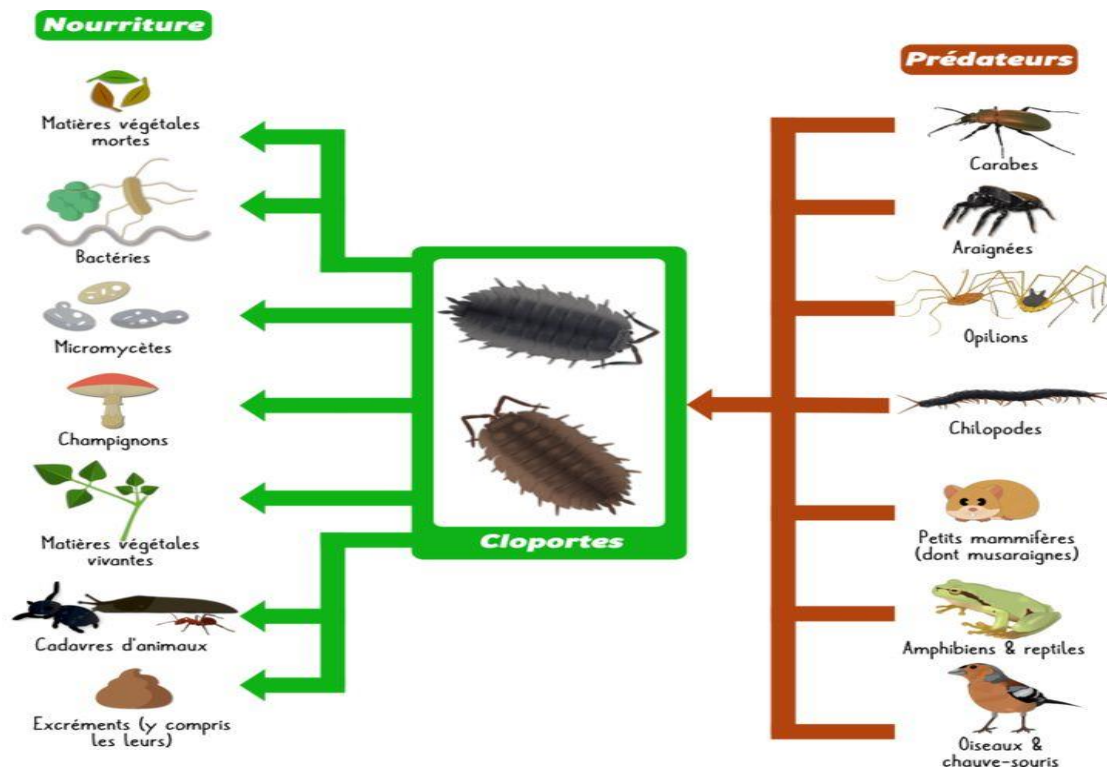


Figure I.16. Alimentation (nourriture) et principaux prédateurs des cloportes.

Source : Pinterest (épinglé), <https://nl.pinterest.com/pin/248964685638707403/> (consulté le 16/01/2026).

Ensuite, les interactions concernent la chaîne trophique élargie : les cloportes sont une ressource pour divers prédateurs du sol, et ils contribuent à “**réinjecter**” du carbone et des nutriments dans le réseau microbien, ce qui peut modifier des interactions inter-règnes. L'étude de Heffner et al. illustre précisément ce point en reliant, par SIP ($\delta^{13}\text{C}$ -méthane) et analyses de cooccurrence, l'activité méthanotrophe à une redistribution du carbone vers des champignons, avec une augmentation concomitante de l'abondance fongique en présence de *P. scaber* (Heffner et al., 2023). Ces résultats suggèrent que les cloportes ne se limitent pas à “**consommer**” de la matière organique : ils peuvent aussi reconfigurer des réseaux d'interactions microbiennes (bactéries-bactéries, bactéries-champignons) et, par là, influencer le fonctionnement biogéochimique du sol.

En somme, les cloportes apparaissent comme des organismes charnières, à l'interface entre décomposition, réseaux microbiens, transferts trophiques et sensibilité aux pressions anthropiques, ce qui justifie pleinement leur intégration, dans le Nord-Est algérien, à la fois comme objets d'inventaire et comme indicateurs fonctionnels des milieux.

I.5. Cadre géographique et écologique de la zone d'étude : P.N.E.K (Parc National d'El Kala) :

I.5.1. Localisation, limites et statut de protection (P.N.E.K) :

Le Parc National d'El Kala (PNEK) est situé à l'extrême Nord-Est de l'Algérie, dans la wilaya d'El Tarf, au voisinage immédiat de la frontière tunisienne. Il s'agit d'un territoire littoral et frontalier, s'étendant le long d'une bande côtière comprise entre le Cap Roux et le Cap Rose, avec une organisation spatiale marquée par une mosaïque d'unités naturelles et culturelles. Sa superficie est d'environ 80 000 ha, ce qui en fait l'un des plus grands parcs nationaux du pays, et il recouvre les territoires de plusieurs communes (dont El-Kala, Ain Assel, Bougous, Souarekh, El-Aioun, Ramel El Souk, et des portions d'El Tarf, Bouteldja et Berrihane). Le parc est un espace habité, ce qui renforce la complexité des interactions entre conservation et usages locaux (Latreche & Rouag, 2020).



Figure I.17. Situation du Parc national d'El Kala dans la wilaya d'El Tarf

Source : Latreche, C., & Rouag, D. (2020). Tourisme et mise en scène des paysages patrimoniaux dans le Parc National d'El Kala : Entre préservation, éco valorisation et mise en tourisme. *Revue des Sciences Humaines*, 31, (3), P441.

Sur le plan statutaire, le PNEK est classé Parc National depuis 1983. Il bénéficie d'une reconnaissance internationale comme Réserve de Biosphère (UNESCO, 1990), et plusieurs de ses zones humides sont inscrites sur la liste Ramsar, ce qui lui confère une valeur patrimoniale majeure et un cadre réglementaire renforcé. Le zonage constitue un outil central de gestion, articulant des zones à niveaux de protection différenciés, afin de concilier préservation écologique, recherche et certaines pratiques compatibles (Latreche & Rouag, 2020).



Figure I.18. Limites géographiques du Parc National d'El Kala (P.N.E.K), Nord-Est algérien.

Source : Latreche, C., & Rouag, D. (2020). Tourisme et mise en scène des paysages patrimoniaux dans le Parc National d'El Kala : Entre préservation, éco valorisation et mise en tourisme. *Revue des Sciences Humaines*, 31, (3), P441.

I.5.2. Aperçu biogéographique du Nord-Est algérien :

Le Nord-Est algérien se distingue par un contexte biogéographique méditerranéen humide à subhumide, où se juxtaposent des ensembles côtiers, forestiers et lacustres. Cette région se caractérise par une diversité paysagère élevée, liée à l'interdépendance d'écosystèmes marins, dunaires, lacustres et forestiers, particulièrement nette dans le territoire d'El Tarf. Cette mosaïque d'habitats, reconnue comme un facteur de richesse biologique, constitue un cadre favorable à la diversité de la faune du sol et des décomposeurs, dont les isopodes terrestres (Latreche & Rouag, 2020; Boukachabia et al., 2022).

Dans ce contexte, le PNEK représente un noyau écologique majeur, souvent décrit comme prestigieux à l'échelle méditerranéenne, car il concentre sur un espace relativement restreint des milieux contrastés et des gradients écologiques rapides, favorisant la multiplicité des niches et des microhabitats (Latreche & Rouag, 2020).

I.5.3. Conditions climatiques locales :

Le climat du PNEK s'inscrit dans un régime méditerranéen humide. La pluviométrie est globalement élevée à l'échelle régionale, et l'humidité constitue un déterminant écologique structurant, en particulier pour les zones boisées et humides. En altitude, des épisodes de neige peuvent être observés dans la wilaya d'El Tarf, traduisant un gradient climatique interne au territoire. Ces conditions saisonnières influencent directement l'activité de la pédofaune, notamment par des variations de température et d'humidité qui conditionnent la présence de

surface, la reproduction et la mobilité des cloportes (Ahmed et al., 2023; Boukachabia et al., 2022).

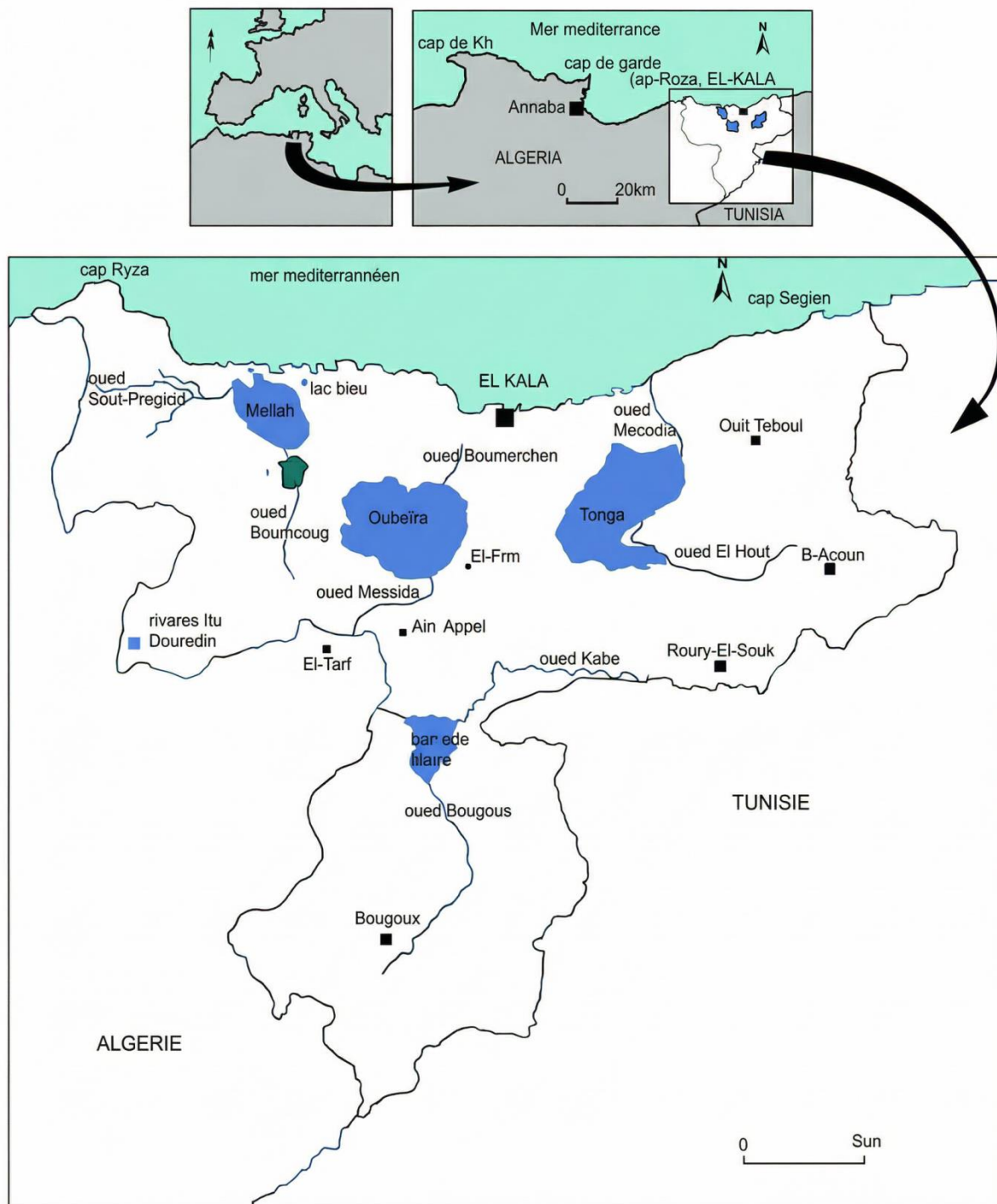


Figure I.19. Situation géographique du Parc National d'El-Kala.

Source : Djaaboub, S. (2008). Étude de la végétation du lac Bleu (Parc National d'El-Kala) : Phytoécologie, phytosociologie et cartographie (Mémoire de magister en sciences agronomiques, option biodiversité et biotechnologie végétale). Institut National Agronomique d'El-Harrach, Alger..P14.

Les travaux menés à l'échelle régionale montrent généralement une richesse et une abondance plus élevées durant les périodes froides et humides, avec une baisse nette au printemps avancé et en été, lorsque les organismes se réfugient en profondeur pour éviter la dessiccation. Cette dynamique saisonnière est un élément clé pour interpréter les inventaires d'isopodes terrestres dans le Nord-Est algérien (Ahmed et al., 2023; Boukachabia et al., 2022).

I.5.4. Types d'habitats et milieux du P.N.E.K (forêts, maquis, zones humides, dunes, etc.) :

Le PNEK est structuré par une diversité d'habitats, comprenant des écosystèmes forestiers (notamment chênaies et subéraies), des formations de maquis, des zones humides continentales (lacs, marais, aulnaies, tourbières), des systèmes dunaires et des milieux littoraux et marins. Cette combinaison explique la forte valeur écologique et paysagère du parc, et fonde son potentiel de conservation, d'écotourisme et de recherche (Latreche & Rouag, 2020).

Les zones humides constituent un pôle majeur du parc. Plusieurs entités lacustres et marécageuses y sont reconnues au titre de Ramsar, et jouent un rôle déterminant dans la biodiversité régionale. Le complexe lacustre et palustre, associé aux aulnaies et tourbières, crée des conditions de forte humidité et de litière abondante, particulièrement favorables aux communautés de décomposeurs (Latreche & Rouag, 2020).

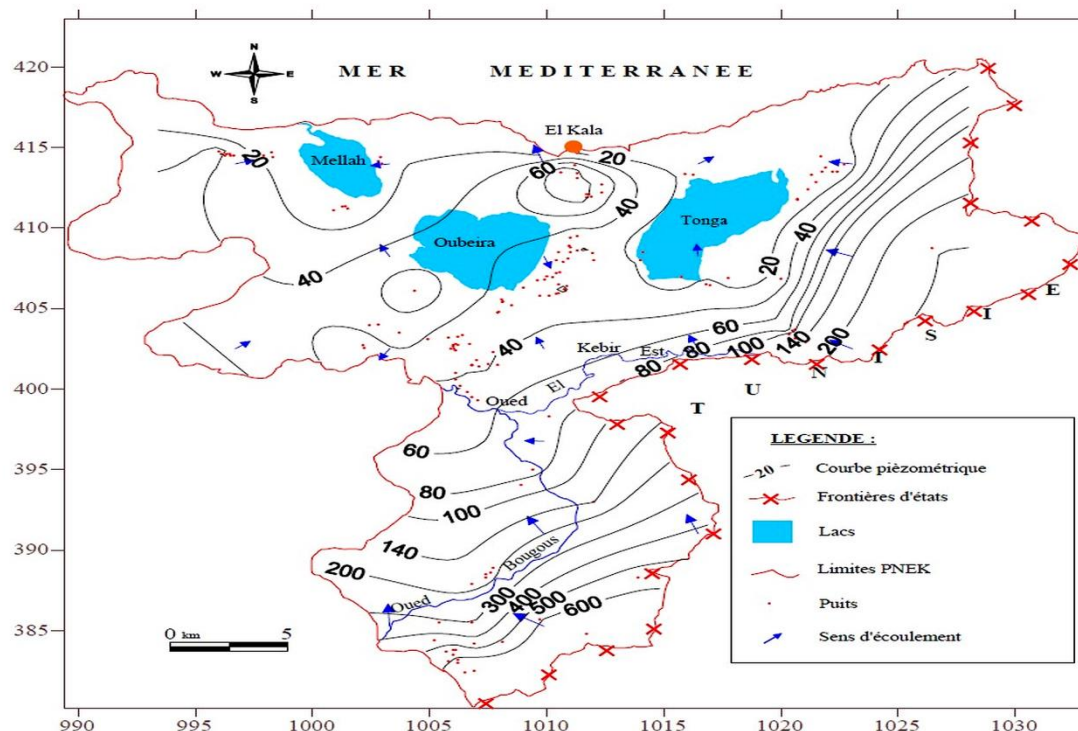


Figure I.20. Carte piézométrique de la région d'El Kala et sens d'écoulement des eaux souterraines.

Source : Saadali, B., et al. (2015). Impact de l'activité anthropique sur la dégradation de l'environnement et sur la qualité des eaux : Cas du parc national d'El Kala (Nord-Est algérien). *Revue Sciences et Technologie (Synthèse)*, 30, P.71.

I.5.5. Caractéristiques pédologiques et microhabitats favorables aux cloportes :

À l'échelle du PNEK, les microhabitats favorables aux cloportes sont principalement liés à la disponibilité en matière organique et à la stabilité de l'humidité. Les litières forestières, le bois mort, les amas de feuilles, les interstices sous pierres et troncs, ainsi que les bordures ombragées des zones humides, offrent des refuges contre la dessiccation et des ressources trophiques (débris végétaux et microflore associée). Ces conditions sont généralement plus fréquentes dans les milieux forestiers et ripariens, et dans les mosaïques prairiales humides, où la couverture végétale maintient un microclimat atténuant les extrêmes thermiques (Ahmed et al., 2023; Boukachabia et al., 2022).

Les données régionales soulignent que la distribution des isopodes est fortement dépendante des conditions microclimatiques (température, humidité) et des caractéristiques du sol et de l'humus. Ainsi, les habitats à humus plus développé et à humidité conservée sont susceptibles d'abriter des peuplements plus stables, tandis que les périodes chaudes provoquent un déplacement vers des couches plus profondes du sol (Boukachabia et al., 2022; Ahmed et al., 2023).

I.5.6. Pressions anthropiques et état de conservation des habitats :

Malgré son statut de protection, le PNEK est soumis à des pressions multiples liées à l'occupation humaine, aux usages économiques et à la fréquentation touristique. Les principales menaces décrites concernent la régression de la couverture végétale (incendies répétés), le défrichement et l'extension des pratiques agricoles, la surexploitation locale de certaines ressources, ainsi que la dégradation des zones humides par assèchement, pollutions et perturbations hydrologiques. À cela s'ajoutent l'urbanisation et l'habitat diffus, l'accumulation de déchets en période estivale, et des impacts liés aux infrastructures et aux aménagements touristiques, avec un contraste marqué entre une frange littorale fortement sollicitée et un intérieur encore insuffisamment encadré (Latreche & Rouag, 2020).

Les activités anthropiques affectent également la qualité des eaux et l'intégrité des milieux. Les rejets, les décharges et certaines pratiques non contrôlées peuvent contribuer à la dégradation environnementale et accroître la vulnérabilité des habitats. Dans ce cadre, l'état de conservation est hétérogène, dépendant du niveau de protection effectif, des capacités de gestion, et de l'intensité des usages. Une approche de développement durable, combinant encadrement, sensibilisation et planification, est présentée comme indispensable pour réduire les impacts et maintenir la fonctionnalité écologique des habitats du parc (Latreche & Rouag, 2020; Saadali et al., 2015).

I.6. Conclusion du chapitre:

Ce chapitre a permis de construire le cadre général de l'étude en définissant les notions indispensables à l'interprétation d'un inventaire faunistique centré sur les isopodes terrestres. La biodiversité et la diversité faunistique ont été replacées comme références conceptuelles majeures, tandis que l'inventaire zoologique a été présenté comme une démarche scientifique exigeant des méthodes reproductibles, une standardisation de l'échantillonnage et une détermination taxonomique rigoureuse, avec la nécessité de combiner plusieurs techniques pour limiter les biais liés à l'activité ou aux microhabitats (**Paoletti & Hassall, 1999**).

Les concepts de bioindicateurs et d'espèces sentinelles ont montré l'intérêt des cloportes pour relier la présence et la dynamique des peuplements à l'état écologique des milieux, notamment via leur sensibilité aux pratiques de gestion et leur potentiel de bioaccumulation.

La présentation systématique et morphologique des Oniscidea, ainsi que les éléments de biologie et d'écologie fonctionnelle (adaptations à la vie terrestre, reproduction, régime détritivore, rôle dans la décomposition, interactions microbiennes et trophiques), mettent en évidence le caractère « charnière » de ce groupe au sein des écosystèmes terrestres. En contribuant à la fragmentation de la litière, à la formation de l'humus et à la structuration des réseaux microbiens, les cloportes apparaissent comme des acteurs clés du fonctionnement des sols et comme des modèles pertinents pour des approches de suivi environnemental.

Enfin, l'ancrage de l'étude dans le Parc National d'El Kala a permis de situer les enjeux dans un contexte méditerranéen humide, riche en habitats contrastés et en microhabitats favorables, mais marqué par une cohabitation entre conservation, usages locaux et pressions anthropiques susceptibles d'altérer l'intégrité des milieux (**Latreche & Rouag, 2020 ; Saadali et al., 2015**). En somme, ce premier chapitre fournit le socle théorique, biologique et géo-écologique nécessaire pour aborder, dans les chapitres suivants, la méthodologie d'échantillonnage et l'analyse des résultats d'inventaire, ainsi que leur interprétation en lien avec la diversité des habitats et l'état de conservation du territoire étudié.

Chapitre II

Matériel et Méthodologie

II. CHAPITRE II : Matériel et Méthodologie

II.1. Introduction du chapitre:

Ce deuxième chapitre présente l'ensemble du **matériel** et des **méthodes** mis en œuvre pour réaliser l'inventaire des isopodes terrestres (Oniscidea) dans le **P.N.E.K (Parc National d'El Kala)**.

Il décrit, d'une part, les équipements mobilisés pour la prospection, la collecte, le tri, l'observation et la mesure des paramètres micro-environnementaux, et, d'autre part, la stratégie d'échantillonnage adoptée afin d'assurer une démarche reproductible et comparable entre sites.

Le protocole a été conçu pour explorer de façon systématique les micro-habitats favorables (litière, humus, bois mort, pierres) et couvrir la diversité des milieux du parc (zones humides, milieux forestiers et littoraux).

Enfin, ce chapitre précise les étapes d'identification des espèces ainsi que les traitements appliqués aux données (checklist, richesse, abondances, relation espèces–habitats), constituant ainsi la base méthodologique nécessaire à la présentation et à l'interprétation des résultats.

II.2. Choix des stations et plan d'échantillonnage:

Dans le cadre de l'étude « **L'inventaire des crustacés isopodes terrestres (cloportes) du Nord-Est algérien (P.N.E.K – Parc National d'El Kala)** », le choix des stations et l'organisation de l'échantillonnage ont été conçus de manière à représenter, autant que possible, la **variabilité spatiale** au sein du parc et les **principaux gradients environnementaux** susceptibles d'influencer la présence des Oniscidea. Le dispositif retient ainsi des stations réparties dans différents **types d'habitats du P.N.E.K** (forêts, maquis, zones humides, dunes, etc.), afin d'intégrer des contextes écologiques contrastés et de maintenir une logique de comparaison entre sites.

II.2.1. Critères de sélection des sites :

La sélection des sites s'appuie sur des critères écologiques et pratiques, centrés sur l'accessibilité des micro-habitats favorables aux cloportes. Les stations ont été retenues lorsqu'elles offraient une disponibilité suffisante en refuges et en ressources détritiques, notamment la litière, l'humus, le bois mort, ainsi que des éléments de couverture tels que les pierres et les feuilles. Ces micro-habitats constituent des zones d'abri et d'activité privilégiées pour les isopodes terrestres, et permettent d'augmenter la détectabilité des individus tout en rendant l'effort de prospection comparable entre sites. Par ailleurs, le choix des stations vise à éviter une homogénéité excessive : l'intérêt est de disposer de sites présentant des conditions locales distinctes, afin de discuter les variations de composition et d'abondance des peuplements.

II.2.2. Nombre de stations et répartition géographique:

Le dispositif d'étude considère un ensemble de stations **exclusivement localisées au sein du P.N.E.K (Parc National d'El Kala)**, dans la wilaya d'El-Tarf. La répartition a été pensée pour couvrir la mosaïque d'habitats décrite dans le cadre géographique et écologique du parc, en intégrant à la fois des **contextes littoraux** (dunes et milieux côtiers), des **milieux forestiers** (chênaies/subéraies, maquis), ainsi que des **zones humides continentales** (lacs, marais, ripisylves). Concrètement, les stations ont été implantées dans plusieurs secteurs représentatifs du parc (notamment autour d'**El Kala, Bouteldja, Berrihane, Bougous, Aïn Assel, Souarekh, El-Aïoun et Ramel El Souk**), afin de comparer des sites soumis à des conditions microclimatiques et pédologiques contrastées. Cette organisation répond à un objectif de **représentativité spatiale à l'échelle du PNEK**, en permettant d'opposer des stations de milieux humides riches en litière et refuges, des stations forestières à humus développé, et des stations dunaires/littorales plus exposées, tout en conservant une logique de comparaison entre habitats au sein d'une même aire protégée.

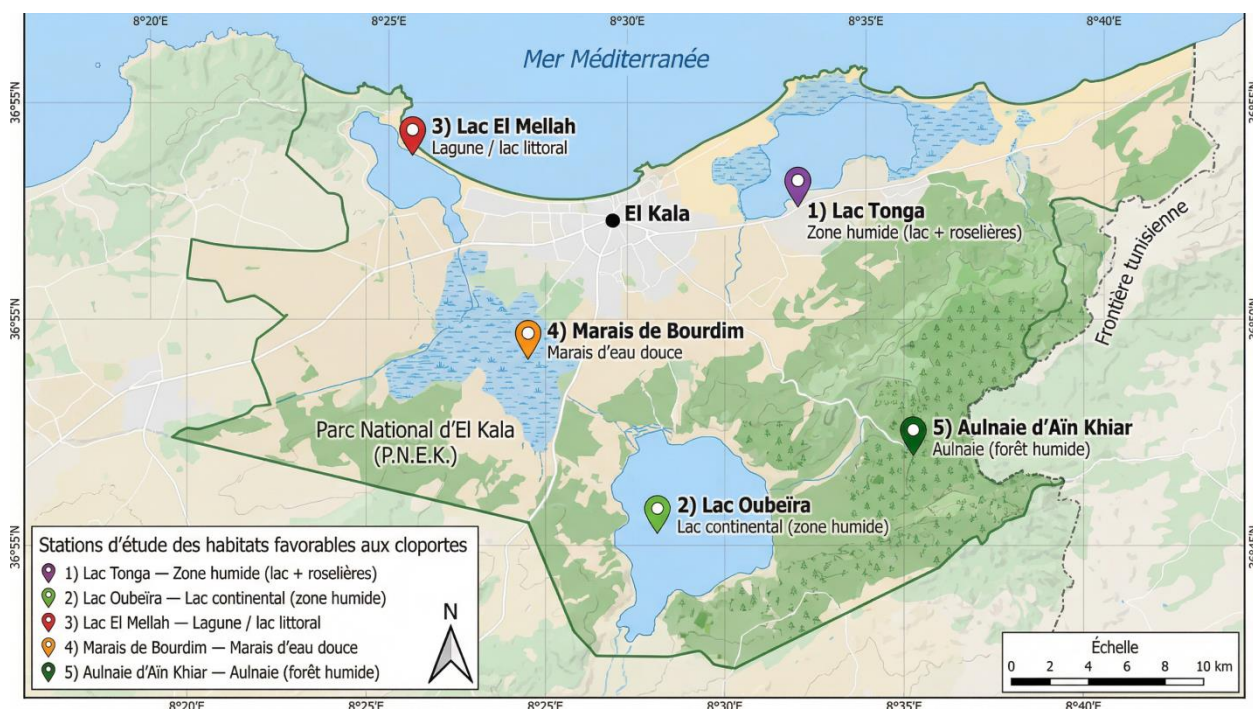


Figure II.1. Carte de localisation des cinq stations d'étude des habitats favorables aux cloportes (Oniscidea) dans le P.N.E.K (Parc National d'El Kala, Nord-Est algérien).

Tableau n° 02 : Stations retenues dans le P.N.E.K (Parc National d'El Kala) et principaux milieux favorables aux cloportes (Oniscidea).

N°	Station (P.N.E.K)	Type de milieu (habitat)	Pourquoi favorable aux cloportes (humidité / abris / matière organique)
1	Lac Tonga	Zone humide (lac + roselières / marais périphériques)	Humidité élevée et stable + accumulation de débris végétaux (litière humide) + nombreux refuges (sous végétation, bois, pierres)
2	Lac Oubeïra	Lac continental (zone humide)	Berges végétalisées + microclimat plus humide + litière et humus favorables (sous feuilles, troncs, pierres)
3	Lac El Mellah	Lagune / lac littoral (interface eau-terre)	Humidité importante sur les bordures + dépôts organiques en décomposition + refuges sous débris végétaux et substrats ombragés
4	Marais de Bourdim	Marais d'eau douce	Milieu très humide + végétation dense et ombrage + forte disponibilité en matière organique (litière, humus)
5	Aulnaie de Aïn Khiair	Aulnaie (forêt humide)	Sols humides + litière abondante + bois mort et humus → microhabitats idéaux (refuges contre la dessiccation)

II.2.3. Description des stations :

Chaque station est définie comme une unité de prospection localisée au sein de la wilaya correspondante, caractérisée par la présence d'éléments de micro-habitat propices aux cloportes. Les individus sont recherchés prioritairement dans des zones où ils sont typiquement observables, en particulier sous les feuilles et sous les pierres, et plus généralement dans les secteurs présentant une accumulation de matière organique et des conditions locales d'humidité. La description des stations repose ainsi sur des éléments simples mais essentiels : localisation, nature générale du milieu, disponibilité en litière et en abris, et observations directes relatives aux micro-habitats effectivement prospectés. Cette description constitue un support interprétatif important, car elle permet de relier la présence des taxons aux caractéristiques locales du site, notamment celles qui structurent l'équilibre hydrique et les possibilités de refuge.

II.2.4. Période d'étude et fréquence des sorties:

La période d'étude s'inscrit dans une fenêtre couvrant six mois, allant de **janvier à juin 2025**, afin de capturer une part significative de la variabilité saisonnière de l'activité des cloportes dans (**P.N.E.K Parc National d'El Kala**). Ce choix est cohérent avec la dynamique observée dans la région : les peuplements présentent généralement des effectifs et une richesse spécifique plus élevés durant la période froide, puis une baisse progressive lorsque les températures augmentent vers la fin du printemps et le début de l'été. Dans ce cadre, les sorties sont planifiées de manière régulière au cours de la période d'étude, de façon à assurer un suivi temporel comparable entre stations et à documenter l'évolution des occurrences en fonction des conditions saisonnières.

II.3. Matériel utilisé:

Dans le cadre de la présente étude intitulée « **L'inventaire des crustacés isopodes terrestres (cloportes) du Nord-Est algérien (P.N.E.K – Parc National d'El Kala)** », le matériel mobilisé a été sélectionné de manière à garantir une prospection **standardisée**, une collecte **fiable**, ainsi qu'un **tri** et une **observation** rigoureux en laboratoire. Par ailleurs, **sur la base exclusive des informations actuellement disponibles**, les cloportes signalés correspondent à **cinq espèces** : *Armadillidium vulgare*, *Armadillo officinalis*, *Porcellio laevis*, *Porcellio variabilis* et *Porcellionides pruinosus*.

II.3.1. Matériel de prospection:

La prospection repose sur un ensemble d'outils simples permettant d'explorer de manière systématique les micro-habitats favorables aux cloportes, notamment sous les pierres, dans la litière, sous le bois mort et au niveau de l'humus. À cet effet, l'équipement de terrain comprend généralement un carnet de notes pour consigner les informations essentielles (station, date, micro-habitat, observations), ainsi qu'un dispositif de repérage du site (carte de localisation et/ou GPS) afin de garantir la traçabilité spatiale des relevés et la comparabilité entre stations.



Figure II.2. Équipement de prospection de terrain (carnet de notes et repérage GPS).

II.3.2. Matériel de collecte :

La collecte est effectuée à l'aide de matériel assurant à la fois l'efficacité du prélèvement et la préservation des spécimens. Elle comprend typiquement des pinces fines et/ou une petite spatule pour soulever délicatement la litière, retourner des éléments de couverture (pierres, écorces), et prélever les individus sans les endommager. Les spécimens sont ensuite placés dans des récipients de collecte (boîtes ou flacons) correctement fermés, avec un étiquetage immédiat indiquant la station, la date et le micro-habitat, afin d'éviter toute confusion lors du traitement ultérieur.



Figure II.3. Matériel de collecte et d'étiquetage des échantillons de terrain (pince fine, petite spatule, récipients de collecte et étiquettes d'identification).

II.3.3. Matériel de tri et d'observation:

Après la collecte, le tri des individus et l'observation morphologique nécessitent un matériel adapté à la détermination. Celui-ci inclut des boîtes de tri et des supports d'observation (boîtes de Pétri, plateaux), permettant d'isoler les individus par lots cohérents (station, micro-habitat, morphotypes). L'observation fine requiert une loupe d'observation et, lorsque nécessaire, des outils de manipulation de précision (pinces fines) afin d'examiner les caractères utiles à la détermination. Cette étape vise à garantir une identification aussi fiable que possible, en privilégiant les critères morphologiques pertinents au niveau des genres et des espèces.



Figure II.4. Matériel de tri et d'observation des échantillons disposé sur une table de travail métallique

II.3.4. Matériel de mesure des paramètres environnementaux :

L'interprétation écologique d'un inventaire d'Oniscidea suppose de relier la présence des espèces aux conditions locales, en particulier celles qui gouvernent l'équilibre hydrique et la disponibilité en refuges. Pour cela, le matériel de terrain inclut des instruments de mesure des paramètres micro-environnementaux, notamment la température et l'humidité, qui influencent fortement l'activité et la détectabilité des cloportes. Ces mesures, relevées au moment de la prospection, permettent d'étayer l'analyse des variations spatio-temporelles et d'expliquer d'éventuelles différences d'abondance entre stations.

II.3.5. Logiciels utilisés :

L'exploitation des données issues de l'inventaire s'appuie sur des logiciels (Excel 2010) permettant d'organiser, vérifier et synthétiser l'information. Les outils informatiques servent principalement à la saisie structurée des données (stations, espèces, effectifs, micro-habitats), à la production de tableaux récapitulatifs, ainsi qu'à la préparation de figures et de représentations simples facilitant la lecture des résultats. L'objectif est d'assurer une cohérence globale entre la phase de terrain et la phase d'analyse, tout en conservant une traçabilité complète des informations collectées.

II.4. Méthodes de collecte des isopodes:

La collecte des isopodes terrestres (Oniscidea) a été conçue comme un dispositif combinant plusieurs techniques complémentaires, afin de limiter les biais liés au microhabitat et au niveau d'activité des espèces. En effet, une seule méthode peut sur-représenter les espèces les plus mobiles et sous-échantillonner les formes plus discrètes ou strictement édaphiques. Dans ce cadre, l'effort de collecte a été standardisé autant que possible entre stations, en veillant à

appliquer les mêmes gestes de prospection, des durées comparables et des conditions de recherche similaires, afin de rendre les comparaisons spatio-temporelles plus robustes.

II.4.1. Prospection manuelle :

La prospection manuelle (« chasse à vue ») constitue la méthode de base, particulièrement adaptée aux espèces accessibles en surface. Elle consiste à rechercher et prélever les individus directement dans leurs microrefuges, notamment sous les pierres, les feuilles accumulées, le bois mort, ainsi qu'au niveau de la litière humide et des interstices du sol. Cette technique permet de cibler précisément les microhabitats favorables et d'associer immédiatement chaque capture à un contexte écologique local (substrat, humidité apparente, type de couvert). Toutefois, elle demeure sensible aux variations d'activité journalière et saisonnière, ce qui justifie son association à d'autres approches.



Figure II.5. Prospection manuelle des cloportes dans leurs microrefuges naturels.

II.4.2. Tamisage de la litière :

Le tamisage de la litière vise à améliorer la détection des individus de petite taille, des juvéniles et des formes plus cryptiques. Il repose sur le prélèvement d'un volume défini de litière (feuilles mortes, humus superficiel, fragments ligneux), puis sur son tamisage afin de séparer les particules fines et de récupérer la macrofaune. Les éléments retenus par le tamis sont ensuite inspectés minutieusement, à l'œil nu puis à la loupe si nécessaire, afin d'extraire les isopodes présents. Cette méthode complète efficacement la prospection manuelle, car elle cible un compartiment très fréquenté par les cloportes, tout en réduisant le risque de sous-échantillonnage des individus moins visibles.



Figure II.6. Tamisage de la litière et tri des isopodes.

II.4.3. Pièges Barber :

Les pièges Barber (pièges « pitfall ») sont utilisés pour échantillonner les isopodes actifs en surface, en particulier ceux dont la mobilité augmente durant certaines périodes. Le principe consiste à enterrer un récipient au ras du sol, de sorte que les individus en déplacement y chutent. Les pièges sont disposés selon un schéma cohérent par station (alignement ou points espacés régulièrement), puis laissés en place sur une durée identique pour tous les sites, afin de standardiser l'effort d'échantillonnage. Cette technique renseigne surtout sur l'activité et la mobilité des espèces, et peut donc varier selon la température et l'humidité ; elle est, pour cette raison, interprétée conjointement aux données issues des autres méthodes.

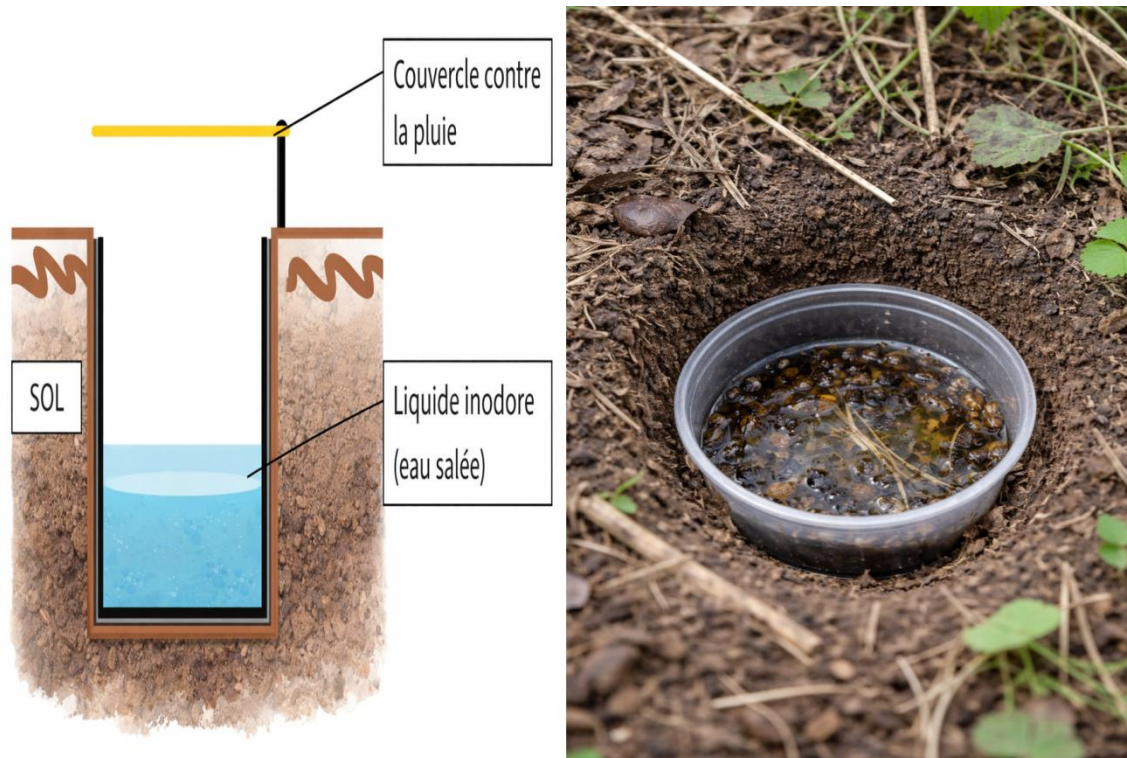


Figure II.7. Pièges Barber (pitfall) pour la capture des isopodes de surface.

II.4.4. Extraction par entonnoir de Berlese:

L'extraction par entonnoir de Berlese est mobilisée pour récupérer la faune associée à la litière et aux horizons superficiels du sol, y compris les isopodes difficiles à détecter par observation directe. La litière est placée sur une grille dans un entonnoir, puis soumise à une source lumineuse et à un gradient de chaleur. Sous l'effet de la dessiccation progressive, les organismes se déplacent vers le bas et sont recueillis dans un flacon collecteur. Cette méthode est particulièrement utile pour standardiser l'extraction à partir d'un volume donné de substrat, et pour compléter les inventaires lorsque les conditions de terrain (densité de litière, humidité variable) limitent l'efficacité de la prospection manuelle.

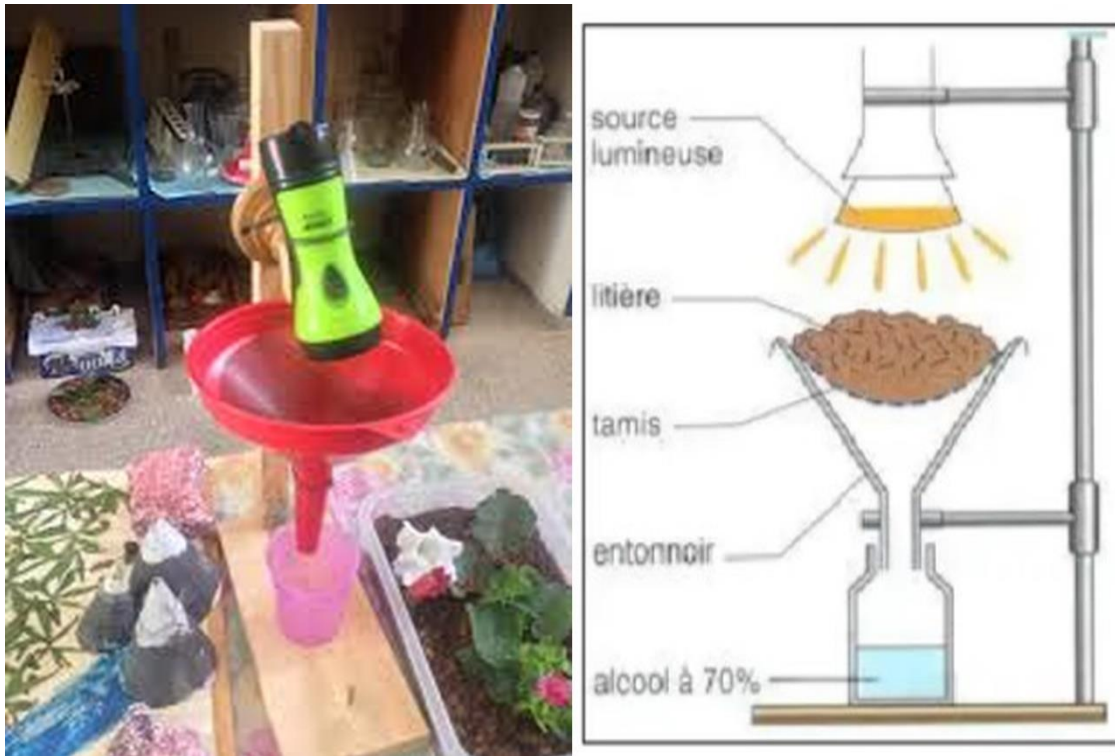


Figure II.8. Entonnoir de Berlese utilisé pour l'extraction des isopodes et de la microfaune de la litière.

II.4.5. Techniques de conservation et d'étiquetage des échantillons:

Après collecte, les individus sont placés dans des contenants adaptés, afin de préserver leur intégrité morphologique en vue de l'identification. Chaque échantillon est associé à une étiquette interne et à une étiquette externe. L'étiquetage inclut systématiquement les informations indispensables à la traçabilité : station, microhabitat, date de prélèvement, méthode de collecte, et, lorsque cela est possible, remarques de terrain (humidité, type de substrat, présence de bois mort ou litière épaisse). Cette procédure garantit la cohérence du traitement ultérieur (tri, observation, détermination) et permet d'assurer une exploitation fiable des données dans l'analyse de la distribution spatio-temporelle des espèces inventoriées.



Figure II.9. conservation et étiquetage des échantillons après collecte.

II.5. Identification des espèces:

L'identification des isopodes terrestres inventoriés dans le Nord-Est algérien a été conduite selon une démarche progressive, allant du tri initial des échantillons jusqu'à la validation finale des déterminations. Cette approche vise à limiter les erreurs liées à l'état des spécimens, à la variabilité morphologique et aux confusions possibles entre taxons proches. Elle repose sur une préparation standardisée au laboratoire, l'observation détaillée des caractères diagnostiques, l'usage de références taxonomiques reconnues, puis une étape de vérification croisée afin d'assurer la fiabilité des identifications.

II.5.1. Tri des spécimens et préparation au laboratoire:

À l'issue des sorties de terrain, les échantillons ont été triés de manière systématique afin de séparer les isopodes des autres éléments de la litière et de la faune associée. Le tri a été réalisé sur plateau, en isolant les individus intacts et en regroupant séparément les spécimens endommagés ou incomplets, susceptibles de compliquer la détermination. Chaque lot a ensuite été préparé pour l'observation en laboratoire, en veillant à conserver l'intégrité des structures diagnostiques (antennes, uropodes, telson, pléopodes). Les spécimens ont été associés à leurs informations de collecte (code station, date, habitat), de façon à maintenir la traçabilité entre l'occurrence, le contexte écologique et le résultat d'identification.



Figure II.10. Tri systématique des isopodes sur plateau et préparation des lots pour l'observation au laboratoire

II.5.2. Observation morphologique:

L'identification a été fondée sur l'observation morphologique externe des spécimens, réalisée à l'œil nu puis, lorsque nécessaire, complétée par l'utilisation d'un **stéréomicroscope (loupe binoculaire)** afin d'examiner des détails fins. Les observations ont porté en priorité sur des caractères stables et discriminants, plutôt que sur la seule coloration, connue pour être variable chez de nombreux cloportes.

Ont notamment été considérés : la conformation générale du corps (plus ou moins convexe), la capacité de volvation complète chez certaines espèces, la forme du céphalon et des lobes frontaux, la structure des antennes, la morphologie de l'extrémité postérieure (telson et uropodes), ainsi que l'aspect du tégument (granulation, brillance, microstructures). Lorsque l'état du spécimen le permettait, l'observation de la face ventrale a été mobilisée en appui, en particulier pour repérer les structures portées par les pléopodes et affiner la comparaison avec les descriptions figurant dans les clés d'identification.

L'ensemble de ces critères a permis de discriminer les taxons retenus pour le cortège régional étudié, à savoir **quatre genres** (*Armadillidium*, *Armadillo*, *Porcellio*, *Porcellionides*) et **cinq espèces** (*Armadillidium vulgare*, *Armadillo officinalis*, *Porcellio laevis*, *Porcellio variabilis*, *Porcellionides pruinosus*).

II.5.3. Références taxonomiques utilisées:

La détermination s'est appuyée sur des références taxonomiques et des travaux de synthèse mobilisés dans le cadre théorique de l'étude. Une base générale a été fournie par la monographie de référence de Vandel (1960), utile pour cadrer la systématique des Oniscidea. Pour une approche pratique de détermination, une clé et des supports d'identification ont été utilisés afin de guider l'examen des caractères morphologiques pertinents et d'éviter les confusions dues à la variabilité chromatique (Noël & Séchet, 2007 ; Claivaz, 2023). Enfin, les travaux récents menés dans l'Est algérien ont servi de repère faunistique régional, notamment parce qu'ils rapportent explicitement le cortège de cinq espèces observées dans des stations comparables du Nord-Est (Boukachabia et al., 2022 ; Ahmed et al., 2023). Ces références, combinées, permettent d'articuler un socle taxonomique robuste à une cohérence biogéographique adaptée au contexte algérien.

II.5.4. Validation de l'identification :

La validation des identifications a été assurée par une procédure de contrôle interne fondée sur la cohérence morphologique, la comparaison avec les descriptions et l'accord entre plusieurs critères indépendants. Concrètement, une détermination n'a été retenue que lorsque les caractères clés concordaient, en particulier au niveau des structures terminales (telson–uropodes) et des traits céphaliques, considérés comme plus fiables que la coloration. Les spécimens présentant une ambiguïté (état dégradé, caractères incomplets, variabilité marquée) ont été mis à part pour une réévaluation, soit par comparaison répétée aux figures/diagnoses des clés, soit par confrontation aux profils décrits dans la littérature régionale. Cette étape de validation vise à garantir que les occurrences retenues reflètent bien la composition spécifique du cortège inventorié et qu'elles puissent être interprétées de manière fiable dans l'analyse écologique (distribution par stations, variations saisonnières, association aux habitats).

II.6. Analyse des données:

II.6.1. Établissement d'une checklist des espèces:

L'analyse des données collectées dans les **cinq stations prospectées au sein du P.N.E.K (Parc National d'El Kala)** a permis d'établir une **checklist** des isopodes terrestres recensés dans l'aire d'étude. Au total, **cinq espèces appartenant à quatre genres** ont été identifiées au cours de la période d'étude (**janvier–juin 2025**) : *Armadillidium* vulgare, *Armadillo* officinalis, *Porcellio* laevis, *Porcellio* variabilis et *Porcellionides* pruinosus. Cette composition spécifique, observée dans les stations du parc, s'inscrit dans le cortège faunistique déjà signalé dans la région et constitue une base de référence pour comparer la répartition des espèces selon les habitats (zones humides, milieux forestiers et littoraux) et discuter l'influence des conditions microclimatiques et des microhabitats sur leur présence.

II.6.2. Richesse spécifique par station et par habitat:

La richesse spécifique observée par station varie faiblement, avec un maximum de **cinq espèces** détectées dans la majorité des sites. En effet, les cinq espèces retenues dans l'inventaire (*Armadillidium* vulgare, *Armadillo* officinalis, *Porcellio* laevis, *Porcellio* variabilis et *Porcellionides* pruinosus) ont été observées dans l'ensemble des stations du P.N.E.K, à savoir : **Lac Tonga, Lac Oubeïra, Lac El Mellah, Marais de Bourdim et Aulnaie de Aïn Khiar**. Cette constance traduit une composition spécifique globalement homogène à l'échelle du parc.

Toutefois, si la richesse spécifique reste stable (5 espèces), la comparaison entre stations met en évidence des différences d'abondance et de dominance, probablement liées aux caractéristiques des habitats. Les stations de **zones humides** (Lac Tonga, Lac Oubeïra et Marais de Bourdim) offrent généralement des conditions plus favorables (humidité élevée, litière abondante, refuges sous végétation et bois mort), ce qui peut soutenir des effectifs plus importants. À l'inverse, le **Lac El Mellah**, de nature littorale, peut présenter des conditions plus variables (exposition, substrat, influence saline), susceptibles de limiter localement l'activité ou la densité des cloportes. Enfin, l'**aulnaie de Aïn Khia**r, milieu forestier humide, constitue un habitat intermédiaire, combinant forte disponibilité en matière organique et microclimat ombragé, favorables au maintien de populations régulières.

II.6.3. Abondance relative et fréquence des espèces:

Sur un total de **200 individus collectés**, l'analyse de l'abondance relative met en évidence une **répartition inégale des effectifs entre les espèces**, bien que celles-ci soient présentes dans l'ensemble des stations étudiées. *Armadillidium vulgare* constitue l'espèce la plus abondante avec **54 individus** (27 % du total), suivie de *Porcellio laevis* (**45 individus**, 22,5 %) et de *Porcellio variabilis* (**44 individus**, 22 %). À l'inverse, *Armadillo officinalis* (**29 individus**, 14,5 %) et *Porcellionides pruinosus* (**28 individus**, 14 %) présentent des abondances relatives plus faibles.



Figure II.11. *Porcellionides pruinosus* observé in situ à El Kala (stations du P.N.E.K.).

La fréquence des espèces est élevée, puisque **les cinq espèces ont été recensées dans chacune des stations** (Lac Tonga, Lac Oubeïra, Lac El Mellah, Marais de Bourdim et Aulnaie de Aïn Khiair), traduisant une large distribution spatiale au sein du P.N.E.K. Toutefois, les effectifs varient selon les sites. Le **Lac Tonga** enregistre l'abondance totale la plus élevée (**52 individus**), suivi du **Lac Oubeïra (41)** et du **Marais de Bourdim (39)**, tandis que le **Lac El Mellah** présente l'effectif le plus faible (**32 individus**). L'**Aulnaie de Aïn Khiair** montre une situation intermédiaire avec **36 individus**.

Ces variations d'abondance relative, observées à la fois entre espèces et entre stations, suggèrent une influence des conditions locales (humidité, disponibilité de la litière, structure des microhabitats) sur la densité des populations, tout en confirmant une **fréquence élevée** et une bonne capacité d'adaptation des cloportes aux différents habitats du parc.

Tableau 03 : Répartition des effectifs des isopodes terrestres récoltés et recensés selon les sites et les espèces.

Site / Espèce	<i>Armadillidium</i> vulgare	<i>Armadillo</i> officinalis	<i>Porcellio</i> laevis	<i>Porcellio</i> variabilis	<i>Porcellionides</i> pruinosis	Total par site
Lac Tonga	15	8	12	10	7	52
Lac Oubeïra	10	5	8	12	6	41
Lac El Mellah	8	3	10	6	5	32
Marais de Bourdim	12	6	9	8	4	39
Aulnaie de Aïn Khiair	9	7	6	8	6	36
Total par espèce	54	29	45	44	28	200

II.6.4. Indices écologiques) :

À l'échelle de l'étude, la combinaison d'une **richesse spécifique constante** (cinq espèces par station) et de **variations modérées des abondances relatives** traduit des assemblages faunistiques relativement homogènes au sein du P.N.E.K. La dominance globale de *Armadillidium vulgare* à l'échelle de l'ensemble des stations (27 % des individus) n'exclut pas une répartition équilibrée des effectifs au niveau local.

Les stations associées aux **zones humides et ripariennes** (Lac Tonga, Lac Oubeïra et Marais de Bourdim) présentent une **structure d'abondance plus équilibrée**, avec une représentation relativement comparable des différentes espèces, ce qui reflète des conditions microclimatiques favorables (humidité stable, litière abondante et diversité de microhabitats).

Le **Lac El Mellah**, de nature littorale, montre des effectifs plus faibles et une légère dissymétrie dans la distribution des espèces, pouvant être liée à des contraintes locales telles que l'exposition, la nature du substrat et la variabilité hydrique. L'**Aulnaie de Aïn Khia**r, milieu forestier humide, se distingue par une **répartition relativement homogène des effectifs**, sans dominance marquée d'une espèce particulière, traduisant un habitat favorable à la coexistence des cloportes.

Dans l'ensemble, ces résultats suggèrent que la **structure des peuplements d'Oniscidea** dans le P.N.E.K est principalement modulée par la nature des habitats et les conditions micro-environnementales, plutôt que par une spécialisation stricte des espèces.

II.6.5. Analyse de la relation espèces–habitats) :

La distribution et l'abondance des cloportes au sein du P.N.E.K varient surtout selon l'**humidité**, la **litière/humus** et la disponibilité des **refuges** (bois mort, pierres). Les **zones humides** (Lac Tonga, Lac Oubeïra, Marais de Bourdim) présentent les effectifs les plus élevés et une répartition plutôt équilibrée des espèces, grâce à un microclimat plus stable et des ressources détritiques abondantes. Le **Lac El Mellah** (milieu littoral plus exposé et variable) montre des effectifs plus faibles. L'**Aulnaie de Aïn Khia**r (forêt humide) offre des conditions favorables et une distribution relativement homogène des espèces.

II.7. Limites de l'étude:

L'étude présente certaines limites liées aux conditions de terrain, au calendrier d'échantillonnage et aux contraintes méthodologiques, susceptibles d'influencer la détection des espèces et l'estimation de leur abondance.

II.7.1. Contraintes de terrain et limites saisonnières:

Le travail de prospection a été réalisé sur une période limitée, ce qui implique que l'inventaire reflète principalement les conditions écologiques rencontrées durant la fenêtre d'étude. Or, l'activité des isopodes terrestres est fortement dépendante de la **température** et surtout de l'**humidité** : en périodes chaudes et sèches, les individus se réfugient plus profondément dans le sol ou sous des abris plus humides, ce qui réduit leur détectabilité en surface. À l'inverse, les périodes plus fraîches et humides favorisent leur sortie et augmentent les chances de capture, ce qui peut créer un biais saisonnier dans les effectifs observés.

Par ailleurs, certaines contraintes de terrain (accessibilité de certains secteurs du P.N.E.K, densité de la végétation, présence d'eau, conditions météorologiques, temps disponible par sortie) ont pu limiter la couverture spatiale réelle de quelques microhabitats potentiellement favorables. Enfin, la variabilité microclimatique entre stations (ombrage, exposition, nature du substrat) peut entraîner des fluctuations rapides de l'activité des cloportes d'un jour à l'autre, influençant les résultats, notamment lors des méthodes basées sur l'activité (ex. piégeage).

II.7.2. Difficultés d'identification:

L'identification des isopodes terrestres peut présenter certaines difficultés, en particulier pour des espèces morphologiquement proches ou appartenant à des genres caractérisés par une **forte variabilité morphologique et chromatique**. La similitude des caractères externes (taille, coloration, granulation du tégument) entre certains taxons peut compliquer la détermination, surtout lorsque celle-ci repose uniquement sur des critères visibles à l'œil nu ou à faible grossissement.

Par ailleurs, l'état des spécimens collectés (individus juvéniles, endommagés ou partiellement desséchés) peut limiter l'observation de caractères diagnostiques essentiels, tels que la forme des uropodes, la lame frontale, les pseudotrachées ou certains détails céphaliques. La détermination des juvéniles reste particulièrement délicate, car plusieurs traits distinctifs ne sont pleinement exprimés qu'au stade adulte.

Enfin, l'absence de clés d'identification spécifiquement dédiées aux isopodes terrestres d'Algérie impose le recours à des **références taxonomiques étrangères** (Europe méditerranéenne), ce qui peut introduire une incertitude, notamment pour d'éventuelles variations locales ou pour des espèces peu documentées. Ces limites soulignent l'importance de compléter les approches morphologiques par des observations fines en laboratoire et, à terme, par des outils complémentaires (collections de référence, analyses moléculaires) pour affiner l'identification.

II.8. Conclusion du chapitre

Ce chapitre a permis de définir le cadre méthodologique de l'étude en détaillant le matériel utilisé, le choix des stations et les techniques de collecte et d'identification appliquées à l'inventaire des cloportes au sein du **P.N.E.K.** L'approche repose sur une prospection ciblée des micro-habitats, une standardisation de l'effort d'échantillonnage et l'emploi de méthodes complémentaires (prospection manuelle, tamisage de la litière, pièges Barber et extraction de Berlese), afin de limiter les biais liés à la détectabilité et à l'activité des espèces. L'identification morphologique, appuyée par des références taxonomiques reconnues et une procédure de validation, a permis de retenir un cortège de **cinq espèces appartenant à quatre genres**, et d'établir les analyses de richesse, d'abondance et de relation espèces–habitats. Malgré certaines limites liées aux contraintes saisonnières, aux conditions de terrain et aux difficultés d'identification, l'ensemble du protocole fournit une base solide et cohérente pour aborder, dans le chapitre suivant, la présentation des résultats et leur interprétation écologique.

Chapitre III

Résultats et interprétation

III. CHAPITRE III : Résultats et interprétation

III.1. Introduction du chapitre :

Ce troisième chapitre présente les **résultats** obtenus dans le cadre de l'inventaire des isopodes terrestres (Oniscidea) réalisé au sein du **P.N.E.K (Parc National d'El Kala)**, ainsi que leur interprétation taxonomique et écologique. Les données analysées proviennent des prospections menées entre janvier et juin 2025 dans cinq stations représentatives de la mosaïque d'habitats du parc : Lac Tonga, Lac Oubeïra, Lac El Mellah, Marais de Bourdim et Aulnaie de Aïn Khia.

Dans un premier temps, le chapitre dresse un bilan faunistique à travers la checklist des espèces recensées, le nombre total d'espèces, de genres et de familles, ainsi que la structure des peuplements basée sur les abondances relatives, la fréquence d'occurrence et la répartition spatiale selon les stations et les grands types d'habitats. Dans un second temps, les résultats sont discutés sous l'angle taxonomique (répartition par familles et genres, critères diagnostiques) et écologique (effet des facteurs micro-environnementaux, similarité/dissimilarité entre stations, interprétation des indices de diversité).

Enfin, la discussion met en perspective les résultats obtenus dans le parc par comparaison avec les travaux disponibles dans l'Est algérien, en soulignant que l'enjeu principal au sein du P.N.E.K n'est pas un remplacement d'espèces, mais plutôt une différenciation quantitative (densités et dominance) modulée par l'humidité, la litière/humus et la disponibilité des microrefuges. Ainsi, ce chapitre constitue le cœur analytique de l'étude, reliant l'inventaire faunistique aux caractéristiques écologiques des habitats du parc et aux implications de conservation.

III.2. Résultats de l'inventaire :

III.2.1. Liste générale des espèces recensées :

L'inventaire réalisé au sein du P.N.E.K (Parc National d'El Kala) durant la période **janvier–juin 2025** a permis d'établir une liste générale des isopodes terrestres (Oniscidea) présents dans les **cinq stations** prospectées : **Lac Tonga, Lac Oubeïra, Lac El Mellah, Marais de Bourdim** et **Aulnaie de Aïn Khiair**. Au total, cinq espèces appartenant à quatre genres ont été recensées, à savoir : *Armadillidium vulgare*, *Armadillo officinalis*, *Porcellio laevis*, *Porcellio variabilis* et *Porcellionides pruinosus*. Cette composition spécifique constitue la base de référence pour l'analyse de la richesse, de l'abondance relative et de la répartition des espèces selon les habitats et les conditions micro-environnementales du parc.

Tableau 04. Checklist générale des espèces recensées.

Famille	Genre	Espèce
Armadillidiidae	<i>Armadillidium</i>	<i>Armadillidium vulgare</i>
Armadillidae	<i>Armadillo</i>	<i>Armadillo officinalis</i>
Porcellionidae	<i>Porcellio</i>	<i>Porcellio laevis</i>
Porcellionidae	<i>Porcellio</i>	<i>Porcellio variabilis</i>
Porcellionidae	<i>Porcellionides</i>	<i>Porcellionides pruinosus</i>



Figure III.01. *Armadillidium vulgare* au microscope.

III.2.1.1. Biologie et écologie de le cloporte commun :

A- Armadillidium vulgare :

- **Répartition géographique:**

Armadillidium vulgare est une espèce originaire d'Europe (région paléarctique) et largement **introduite** dans d'autres régions, ce qui explique son caractère aujourd'hui quasi **cosmopolite** dans de nombreux inventaires faunistiques (Animal Diversity Web, n.d.). Les données d'occurrence issues des réseaux de biodiversité confirment une présence étendue, notamment en milieux anthropisés comme les jardins, parcs et zones urbaines (GBIF Secretariat, n.d.).

- **Habitat et micro-habitats:**

L'espèce occupe préférentiellement des environnements **humides** et des micro-habitats protecteurs (sous pierres, bois mort, écorces, litière), où l'humidité réduit le risque de dessiccation (Animal Diversity Web, n.d.). Sa large amplitude écologique permet de la rencontrer dans des contextes variés, y compris les milieux semi-naturels et fortement perturbés (GBIF Secretariat, n.d.).

- **Régime alimentaire et rôle fonctionnel:**

A. vulgare est principalement **détritivore/saprophage** : il consomme surtout des débris végétaux en décomposition (feuilles mortes, fragments ligno-cellulosiques), ainsi que des microorganismes associés (notamment champignons), avec une opportunité possible de nécrophagie (Jardiner Malin, n.d.). Sur le plan écosystémique, cette espèce contribue au **recyclage de la matière organique**, en fragmentant la litière et en favorisant les processus de décomposition et de transformation des nutriments (ScienceDirect, n.d.).

- **Cycle de vie et reproduction:**

Comme d'autres isopodes terrestres, A. vulgare présente un développement direct (stade juvénile « manca » après l'éclosion), et la femelle assure un incubage des œufs dans un **marsupium** ventral (Animal Diversity Web, n.d.). Des synthèses généralistes rapportent une incubation d'un ordre de grandeur d'environ un mois, variable selon les conditions environnementales .

- **Défenses et adaptations à la vie terrestre :**

Une caractéristique majeure est la **conglobation** (se rouler en boule), classiquement interprétée comme un comportement de défense, mais aussi comme un mécanisme limitant les pertes hydriques (Dorn et al., 2024; Gibbs, 2008). Des mesures physiologiques indiquent que la conglobation peut réduire significativement la perte d'eau (ainsi que les échanges gazeux), ce qui soutient son intérêt dans la tolérance à l'air sec (Gibbs, 2008).

- **Relations biotiques :**

Dans les réseaux trophiques terrestres, les cloportes peuvent constituer des proies pour divers invertébrés et vertébrés, selon les contextes écologiques .



Figure III.02. *Armadillo officinalis* au microscope.

B- *Armadillo officinalis* :

- **Statut taxonomique et identification générale:**

A. officinalis est une espèce de **cloporte** (Isopoda: Oniscidea) appartenant à la famille des **Armadillidae**. Les référentiels et bases de données taxonomiques et d'occurrences l'enregistrent sous le binôme **Armadillo officinalis Duméril, 1816** (GBIF Secretariat, n.d.).

- **Répartition géographique:**

L'espèce est signalée comme **largement répandue dans le bassin méditerranéen**, avec une distribution centrée sur des pays riverains (p. ex. Espagne, France, Italie, Portugal, Grèce/ « EL », Malte, Albanie) (European Commission, Joint Research Centre [JRC], n.d.; Pardi et al., 2022). Les données d'occurrence agrégées confirment sa présence dans plusieurs régions méditerranéennes et adjacentes (GBIF Secretariat, n.d.).

- **Habitat et écologie de micro-habitat:**

A. officinalis est décrite comme associée à des milieux **secs, pierreux et ouverts** typiques du domaine méditerranéen, notamment la **garrigue**, où elle est observée en petites colonies **sous les pierres** (cloporte66.free.fr, n.d.). Cette préférence apparente pour des micro-habitats abrités (sous pierres, anfractuosités, débris) est cohérente avec l'écologie générale des isopodes terrestres, pour lesquels la protection contre la dessiccation dépend fortement du choix de refuges (cloporte66.free.fr, n.d.).

- **Régime alimentaire:**

Comme la majorité des cloportes terrestres, *A. officinalis* est maintenue (en captivité) sur une base de **litière** et de **matière végétale en décomposition** (feuilles mortes, bois en dégradation), avec apport de **calcium** et parfois de compléments protéiques, ce qui reflète un

fonctionnement détritivore-opportuniste typique des oniscidés (Insektenliebe, n.d.; Pangea Reptile, n.d.). En pratique, ces régimes reposent sur la consommation de **matière organique morte** et des microorganismes associés (Insektenliebe, n.d.).

- **Morphologie et comportement :**

L'espèce est capable de **conglobation** (volvation complète), c'est-à-dire l'enroulement en boule, comportement classiquement interprété comme une défense mécanique et une stratégie de protection des parties ventrales. Des travaux récents en biomécanique comparent explicitement *A. officinalis* à d'autres isopodes conglobants et discutent la mécanique d'enroulement (rôle des plaques tergales, des sutures sternales et du support hydrostatique) (Müller et al., 2025).

- **Reproduction :**

À l'échelle des Oniscidea, la reproduction implique typiquement un **marsupium ventral** chez la femelle pour l'incubation des œufs et le développement des jeunes stades avant leur libération; les bases descriptives généralistes sur les cloportes s'alignent avec ce schéma pour les Armadillidae . (NB : les détails fins de phénologie et de durée d'incubation varient selon conditions locales et ne sont pas systématiquement détaillés dans les fiches ouvertes consultées pour *A. officinalis*.)



Figure III.03. *Porcellio Laevis* au microscope.

C- *Porcellio Laevis* :

- **Statut taxonomique et identification:**

Porcellio laevis Latreille, 1804 est un crustacé isopode terrestre appartenant à l'ordre des **Oniscidea** et à la famille des **Porcellionidae** (Schmalfuss, 2003; GBIF Secretariat, n.d.).

L'espèce est considérée comme l'un des cloportes les plus robustes et de grande taille au sein du genre *Porcellio*.

Au microscope, l'espèce présente un **corps ovale et aplati dorso-ventralement**, constitué de segments thoraciques (péréionites) bien individualisés. La cuticule est relativement lisse (d'où l'épithète *laevis*, signifiant « lisse » en latin). Les antennes sont développées et les uropodes postérieurs sont saillants, dépassant nettement le telson, caractère distinctif du genre (Schmalfuss, 2003).

- **Répartition géographique:**

P. laevis est originaire du **bassin méditerranéen**, mais son expansion liée aux activités humaines lui confère aujourd'hui une distribution quasi cosmopolite dans les régions tempérées et subtropicales (GBIF Secretariat, n.d.; Schmalfuss, 2003). L'espèce est fréquemment signalée en Europe méridionale, en Afrique du Nord et dans diverses zones d'introduction en Amérique et ailleurs.

- **Habitat et exigences écologiques:**

Cette espèce occupe préférentiellement des milieux **chauds et relativement secs**, mais elle demeure dépendante de micro-habitats humides pour éviter la dessiccation. On la retrouve sous les pierres, dans la litière, le bois mort, les composts et les milieux anthropisés tels que jardins, serres ou bâtiments agricoles (Schmalfuss, 2003).

Comparativement à d'autres cloportes, *P. laevis* montre une **bonne tolérance aux conditions sèches**, ce qui favorise son succès dans des environnements perturbés.

- **Régime alimentaire:**

Comme la majorité des isopodes terrestres, *Porcellio laevis* est essentiellement **détritivore**. Son alimentation est composée principalement de **matières végétales mortes en décomposition**, telles que feuilles mortes, bois altéré et débris organiques.

Il peut également consommer des champignons, des algues microscopiques et divers microorganismes associés à la litière. Dans certaines conditions (forte densité, carence alimentaire), un comportement opportuniste incluant des matières organiques d'origine animale peut être observé (Schmalfuss, 2003).

Par cette activité trophique, l'espèce participe activement au **recyclage de la matière organique** et à la formation de l'humus.

- **Morphologie et comportement:**

Contrairement aux espèces du genre *Armadillidium*, *Porcellio laevis* **ne peut pas se rouler en boule** (absence de conglobation complète). Sa défense repose plutôt sur la fuite rapide et la rigidité de son exosquelette (Schmalfuss, 2003).

L'espèce est majoritairement **lucifuge et nocturne**, restant dissimulée durant la journée et active la nuit ou lors de conditions humides. La respiration s'effectue par des structures spécialisées (pléopodes modifiés), nécessitant une humidité ambiante suffisante pour assurer les échanges gazeux.

- **Reproduction et cycle de vie:**

La reproduction est sexuée. Comme chez les autres Oniscidea, la femelle possède un **marsupium ventral** dans lequel les œufs se développent jusqu'à l'éclosion (Schmalfuss, 2003). Les jeunes, appelés *mancas*, ressemblent aux adultes mais avec un nombre réduit de paires de pattes lors des premiers stades.

La maturité sexuelle dépend des conditions environnementales (température, humidité et disponibilité alimentaire), et la longévité peut atteindre plusieurs années dans des conditions favorables .

- **Rôle écologique:**

En tant que détritivore, *P. laevis* joue un rôle majeur dans la **fragmentation de la litière**, la minéralisation des nutriments et l'amélioration de la structure du sol (Schmalfuss, 2003).

Son activité favorise le développement microbien et contribue au fonctionnement des écosystèmes terrestres, particulièrement dans les milieux méditerranéens et anthropisés.



Figure III.04. *porcellio variabilis* au microscope.

D- *porcellio variabilis* :

- **Statut taxonomique:**

Porcellio variabilis (Lucas, 1849) est un isopode terrestre (Oniscidea) de la famille des **Porcellionidae** (GBIF Secretariat, n.d.; ITIS, n.d.).

- **Répartition géographique:**

L'espèce est généralement considérée comme **maghrébine**, connue notamment de **Tunisie**, du **nord de l'Algérie** et du **Maroc** (Sfenthourakis et al., 2007). Des bases de données d'occurrences confirment sa présence en Afrique du Nord et permettent de documenter sa répartition selon les observations disponibles (GBIF Secretariat, n.d.).

- **Habitat et écologie de micro-habitat:**

Les études sur les populations tunisiennes indiquent que *P. variabilis* vit fréquemment **sous les pierres** dans des zones ouvertes, mais qu'elle peut également être abondante dans diverses **litières végétales** (p. ex. sous *Quercus* spp., *Pinus halepensis*), depuis le **niveau marin**

jusqu'à > **1000 m d'altitude** (Sfenthourakis et al., 2007). Une redescription fondée sur des spécimens de Tunisie souligne une large présence en Afrique du Nord et précise sa distribution intratunisienne (Fraj et al., 1998).

- **Régime alimentaire:**

Comme de nombreux Oniscidea, *P. variabilis* est fonctionnellement associée au compartiment de la **litière** et de la **matière organique en décomposition**, son abondance étant rapportée dans des litières végétales variées (Sfenthourakis et al., 2007). (Les sources consultées ici décrivent surtout l'habitat; elles n'entrent pas systématiquement dans le détail du spectre alimentaire au niveau spécifique.)

- **Morphologie et critères descriptifs :**

Les travaux de redescription indiquent que l'espèce a longtemps été peu diagnostiquée et a fait l'objet d'une **redescription morphologique** à partir de matériel tunisien, afin de stabiliser les critères d'identification et de préciser la répartition géographique (Fraj et al., 1998; Fraj et al., 1998/Brill). La figure microscopique illustre un corps **dorso-ventralement aplati**, segmenté, avec une cuticule relativement robuste — architecture typique du genre *Porcellio*.

- **Reproduction et phénologie :**

En Tunisie, des études de cycle reproducteur rapportent une période de reproduction s'étendant globalement de **février à octobre**, avec une interruption ou un ralentissement en **novembre–janvier**, et un recrutement des jeunes surtout au printemps-début été (Medini & al., 2000; Medini & al., 2000/Université, PDF).



Figure III.05. *Porcellionides Pruinosus* au microscope.

F- Porcellionides Pruinosus :

- **Statut taxonomique:**

Porcellionides pruinus (Brandt, 1833) est un crustacé isopode terrestre appartenant à l'ordre des **Oniscidea** et à la famille des **Porcellionidae** (Schmalfuss, 2003; GBIF Secretariat, n.d.). L'espèce est largement connue sous le nom commun de « cloporte pruineux ».

- **Répartition géographique:**

L'espèce est considérée comme **cosmopolite**, bien qu'elle soit probablement d'origine méditerranéenne. Sa large dispersion est attribuée aux activités humaines, notamment au transport de substrats organiques (Schmalfuss, 2003; GBIF Secretariat, n.d.).

Elle est fréquemment signalée en Europe, en Afrique du Nord, en Amérique et dans diverses régions tempérées et subtropicales.

- **Habitat et exigences écologiques:**

P. pruinus est typiquement associée aux **milieux riches en matière organique**, tels que les composts, les tas de fumier, les litières végétales épaisses et les environnements agricoles ou urbains .

Comparativement à d'autres cloportes, cette espèce montre une **bonne tolérance aux milieux chauds et relativement secs**, ce qui explique sa forte abondance dans les milieux anthropisés (Schmalfuss, 2003). Elle demeure cependant dépendante de micro-habitats humides pour maintenir l'efficacité des échanges respiratoires.

- **Régime alimentaire:**

L'espèce est principalement **détritivore**, se nourrissant de matières végétales en décomposition (feuilles mortes, débris lignocellulosiques), de champignons et de microorganismes associés .

Dans les milieux agricoles ou en compost, elle participe activement à la **dégradation de la matière organique** et au recyclage des nutriments, jouant un rôle écologique important dans les cycles biogéochimiques (Schmalfuss, 2003).

- **Morphologie et caractères observables au microscope:**

Au microscope, Porcellionides pruinus présente :

- Un **corps ovale et aplati dorso-ventralement**
- Une cuticule relativement fine et souvent recouverte d'un aspect **pruineux** (aspect légèrement poudreux ou bleuté-gris)
- Des **uropodes postérieurs saillants**, dépassant nettement le telson
- Une incapacité à réaliser une conglobation complète (contrairement aux Armadillidiidae) (Schmalfuss, 2003)

La coloration varie du gris au brun avec parfois des nuances violacées ou bleutées, particulièrement visibles sous fort éclairage microscopique.

- **Reproduction et cycle de vie:**

Comme chez les autres Oniscidea, la reproduction est sexuée. La femelle possède un **marsupium ventral** où les œufs se développent jusqu'à l'éclosion (Schmalfuss, 2003).

Les jeunes (manças) ressemblent aux adultes mais avec un nombre réduit de paires de pattes lors des premiers stades. La reproduction peut se produire plusieurs fois par an dans des conditions favorables de température et d'humidité .

- **Rôle écologique:**

P. pruinus est un acteur majeur de la **fragmentation de la litière** et de la transformation de la matière organique. Par son activité alimentaire et ses déjections, elle favorise le développement microbien et contribue à l'amélioration de la fertilité du sol (Schmalfuss, 2003).

III.2.2. Nombre total d'espèces, genres et familles :

Au total, l'inventaire met en évidence **5 espèces**, regroupées en **4 genres** (*Armadillidium*, *Armadillo*, *Porcellio*, *Porcellionides*) et **3 familles** (*Armadillidiidae*, *Armadillidae*, *Porcellionidae*). Cette richesse spécifique, identique dans la majorité des stations, suggère un cortège actuellement connu et relativement stable à l'échelle des milieux prospectés, tout en soulignant la nécessité d'élargir les prospections à d'autres habitats et périodes pour capter d'éventuels taxons plus discrets.

Tableau 05. Bilan taxonomique global.

Indicateur	Valeur
Nombre total d'espèces	5
Nombre total de genres	4
Nombre total de familles	3
Nombre total d'individus (Σ)	200
Nombre de stations prospectées	5

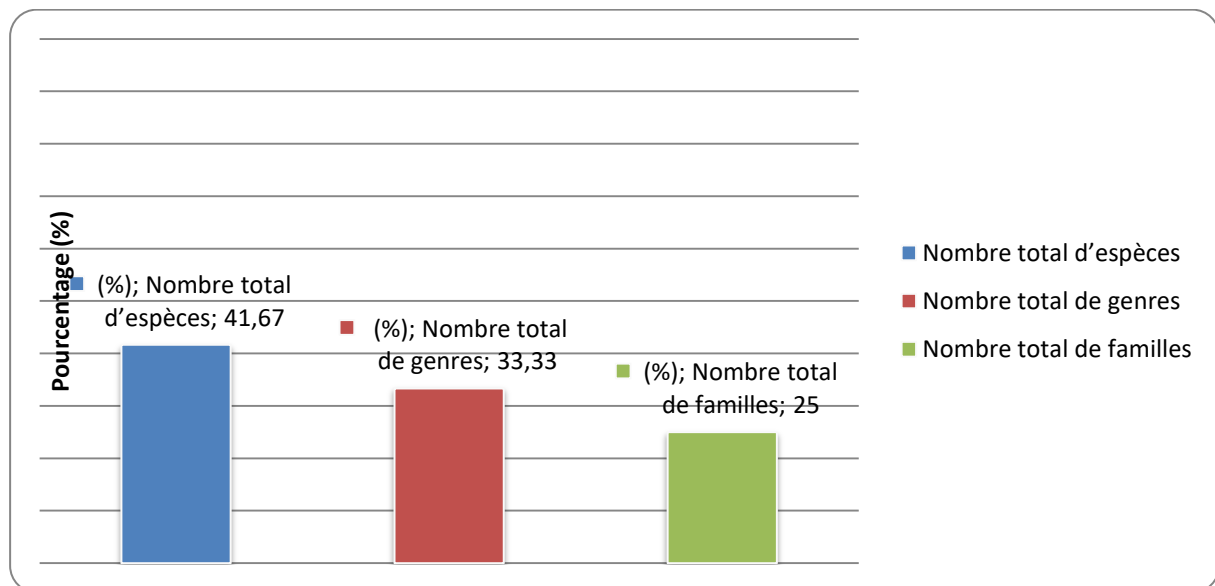


Figure III.6. Représentation graphique du bilan taxonomique global des isopodes terrestres recensés.

III.2.3. Espèces les plus fréquentes et les plus abondantes :

Sur l'ensemble des 200 individus collectés, les cinq espèces recensées se distinguent par une fréquence élevée, puisqu'elles ont été observées dans toutes les stations prospectées (Lac Tonga, Lac Oubeïra, Lac El Mellah, Marais de Bourdim et Aulnaie de Aïn Khia). Cette fréquence traduit une distribution spatiale large au sein du P.N.E.K et une capacité d'adaptation aux différents types d'habitats étudiés.

En revanche, l'analyse de l'abondance met en évidence une répartition inégale des effectifs entre les espèces. *Armadillidium vulgare* apparaît comme l'espèce la plus abondante avec 54 individus (27 %), suivie de *Porcellio laevis* (45 individus ; 22,5 %) et de *Porcellio variabilis* (44 individus ; 22 %). Les effectifs de *Armadillo officinalis* (29 individus ; 14,5 %) et de *Porcellionides pruinosus* (28 individus ; 14 %) sont plus faibles à l'échelle globale.

Ainsi, l'assemblage est caractérisé par une fréquence maximale (présence dans toutes les stations), mais avec une dominance relative de *Armadillidium vulgare*, accompagnée de deux espèces (*P. laevis* et *P. variabilis*) représentant ensemble une part importante des individus, tandis que *A. officinalis* et *P. pruinosus* restent moins abondantes.

Tableau 06. Abondance totale, abondance relative et fréquence d'occurrence par espèce.

Espèce	Total (n)	Abondance relative (%)	Fréquence (stations / 5)
Armadillidium vulgare	54	27	5/5
Porcellio laevis	45	22.5	5/5
Porcellionides pruinosus	28	14	5/5
Armadillo officinalis	29	14.5	5/5
Porcellio variabilis	44	22	5/5
Total	200	100,0	—

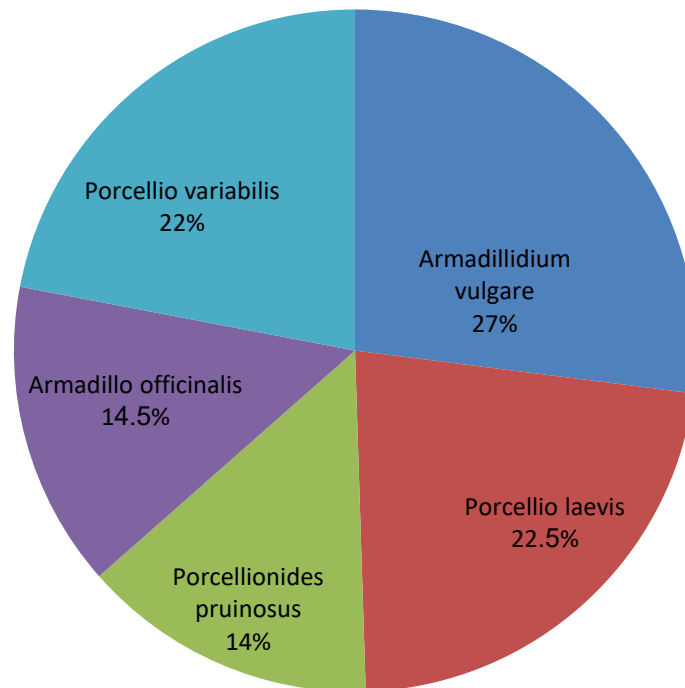


Figure III.7. Structure spécifique du peuplement selon l'abondance relative .

III.2.4. Répartition des espèces selon les stations :

La répartition par station montre une **richesse spécifique maximale (5 espèces)** dans **l'ensemble des sites prospectés** du P.N.E.K, à savoir : **Lac Tonga, Lac Oubeïra, Lac El Mellah, Marais de Bourdim et Aulnaie de Aïn Khia**r. Autrement dit, les cinq espèces (*Armadillidium vulgare*, *Armadillo officinalis*, *Porcellio laevis*, *Porcellio variabilis* et *Porcellionides pruinosus*) ont été observées dans **chaque station**, traduisant une composition spécifique homogène à l'échelle du parc.

Cependant, si la richesse reste constante, la **structure d'abondance** varie d'une station à l'autre. Le **Lac Tonga** présente l'effectif total le plus élevé (**52 individus**), suivi du **Lac Oubeïra (41 individus)** et du **Marais de Bourdim (39 individus)**. L'**Aulnaie de Aïn Khia**r occupe une position intermédiaire (**36 individus**), tandis que le **Lac El Mellah** affiche l'effectif le plus faible (**32 individus**).

Ces différences suggèrent que les conditions locales (humidité, épaisseur de litière/humus, disponibilité en bois mort et abris) influencent surtout **l'abondance** des populations, plus que la présence/absence des espèces.

Tableau 07. Richesse spécifique et effectifs totaux par station.

Station	Total / station
Lac Tonga	52
Lac Oubeïra	41
Lac El Mellah	32
Marais de Bourdim	39
Aulnaie de Aïn Khia	36
Total général	200

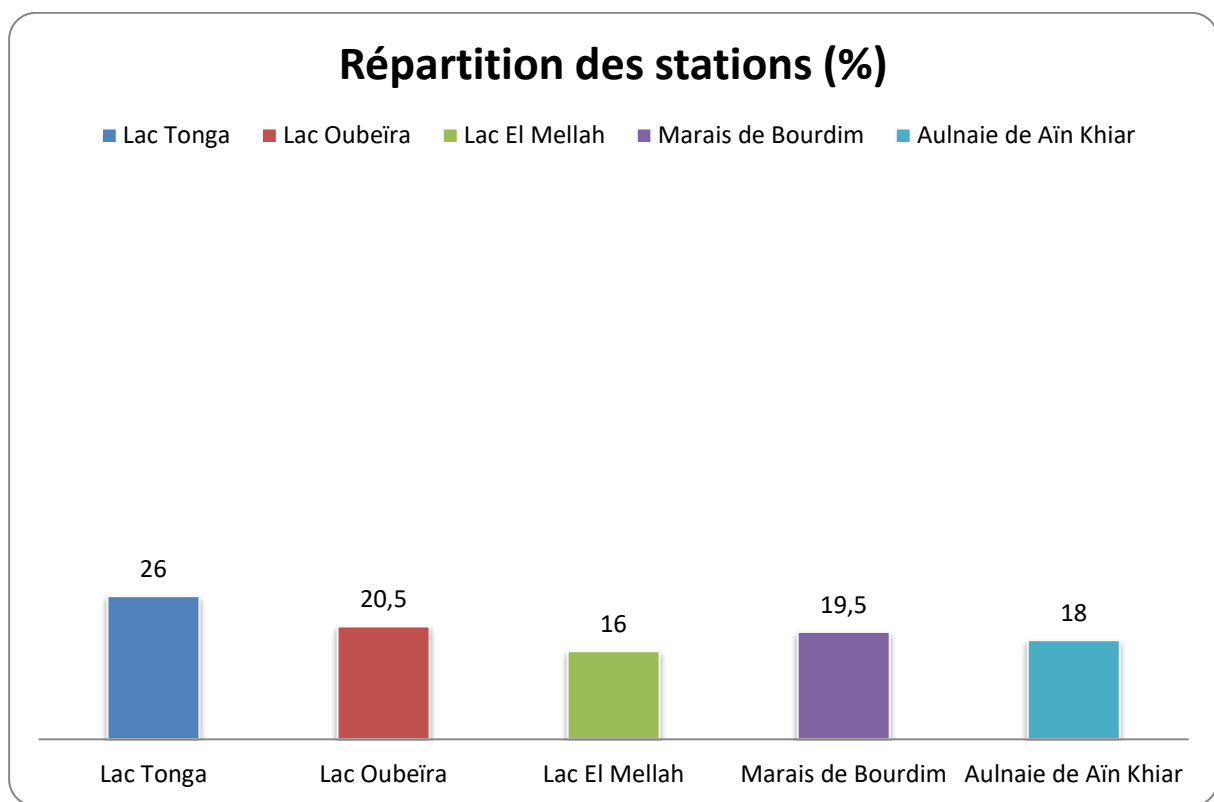
**Figure III.8.** Diagramme en barres illustrant la richesse spécifique et les effectifs totaux des isopodes terrestres par station.

Tableau 08. Répartition des effectifs par station et par espèce ($\Sigma = 200$).

Station	<i>Armadillidium vulgare</i>	<i>Armadillo officinalis</i>	<i>Porcellio laevis</i>	<i>Porcellio variabilis</i>	<i>Porcellionides pruinosus</i>	Total / station
Lac Tonga	15	8	12	10	7	52
Lac Oubeïra	10	5	8	12	6	41
Lac El Mellah	8	3	10	6	5	32
Marais de Bourdim	12	6	9	8	4	39
Aulnaie de Aïn Khiair	9	7	6	8	6	36
Total / espèce	54	29	45	44	28	200

III.2.5. Répartition des espèces selon les types d'habitats :

L'agrégation des stations par grands types d'habitats met en évidence une structuration nette des effectifs, principalement liée à la disponibilité en humidité, en litière/humus et en refuges (bois mort, pierres, végétation dense). Dans le cadre de cette étude, les stations prospectées se répartissent en trois ensembles écologiques :

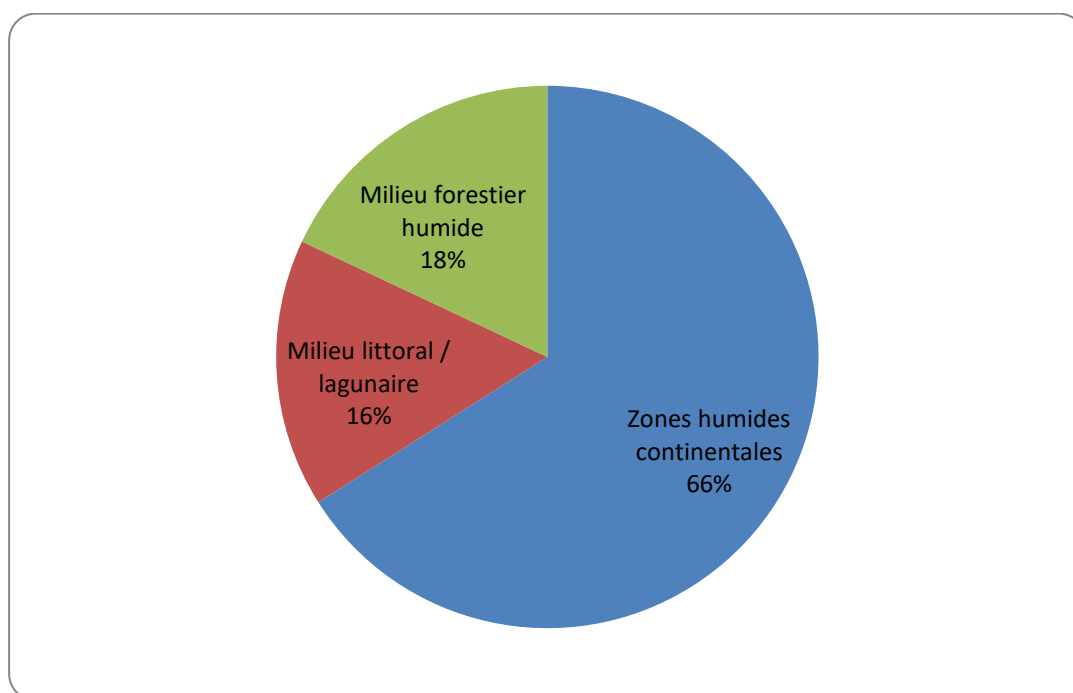
- (i) zones humides continentales (Lac Tonga, Lac Oubeïra, Marais de Bourdim).
- (ii) milieu littoral / lagunaire (Lac El Mellah) .
- (iii) milieu forestier humide (Aulnaie de Aïn Khiair).

Les zones humides concentrent les effectifs les plus élevés, avec un total cumulé de 132 individus ($52 + 41 + 39$), soit 66 % de l'ensemble des captures ($\Sigma = 200$). Ce résultat s'explique par des conditions généralement plus favorables aux cloportes : humidité stable, ombrage, accumulation de matière organique en décomposition et multiplicité de microhabitats propices. À l'inverse, le milieu littoral (Lac El Mellah) présente l'effectif le plus faible avec 32 individus (16 %), ce qui peut être relié à des contraintes locales plus variables (exposition, nature du substrat et fluctuations hydriques, voire influence saline). Enfin, le milieu forestier humide (Aulnaie de Aïn Khiair) montre une situation intermédiaire avec 36 individus (18 %), traduisant un habitat globalement favorable grâce à une litière abondante, un humus développé et un microclimat ombragé.

Il est important de souligner que, malgré ces contrastes d'abondance entre habitats, la composition spécifique reste identique : les cinq espèces inventoriées ont été observées dans chacun des types d'habitats. Ainsi, la différenciation entre habitats s'exprime moins par un remplacement d'espèces que par des variations de densité et de dominance, indiquant que les conditions micro-environnementales modulent surtout l'abondance des populations au sein du P.N.E.K.

Tableau 09. Répartition des effectifs par type d'habitat (agrégation des stations).

Type d'habitat	Stations regroupées	Effectif total (n)	Proportion (%)
Zones humides continentales	Lac Tonga + Lac Oubeïra + Marais de Bourdim	132	66,0
Milieu littoral / lagunaire	Lac El Mellah	32	16,0
Milieu forestier humide	Aulnaie de Aïn Khia	36	18,0
Total	—	200	100,0

**Figure III.9.** Structure des effectifs des espèces selon les habitats prospecté.

III.3. Résultats taxonomiques :

III.3.1. Répartition des espèces par familles et genres :

Les résultats taxonomiques issus de l'inventaire réalisé au sein du P.N.E.K (Parc National d'El Kala) durant la période **janvier–juin 2025** montrent que le cortège d'isopodes terrestres (Oniscidea) recensé se répartit en **trois familles**, regroupant **quatre genres** et **cinq espèces**. Cette organisation reflète une diversité taxonomique modérée mais structurée, avec une représentation différenciée des groupes selon le niveau famille et genre.

La famille la mieux représentée en termes de diversité spécifique est celle des **Porcellionidae**, qui regroupe **deux genres** (Porcellio et Porcellionides) et **trois espèces** (Porcellio laevis, Porcellio variabilis et Porcellionides pruinosus). À l'inverse, les familles **Armadillidiidae** et **Armadillidae** sont chacune représentées par **un seul genre** et **une seule espèce**, respectivement *Armadillidium vulgare* (genre *Armadillidium*) et *Armadillo officinalis* (genre *Armadillo*).

Ainsi, la structure famille–genre–espèce met en évidence un cortège combinant, d’une part, des taxons appartenant aux groupes dits “armadillidiens”, généralement caractérisés par une morphologie plus convexe et une aptitude à la volvation, et, d’autre part, des taxons de **Porcellionidae**, souvent associés à une forte plasticité écologique et à une distribution large dans des milieux variés, y compris des habitats forestiers, humides ou plus ouverts. Cette répartition fournit une base claire pour la description diagnostique des espèces et pour la discussion biogéographique et écologique des peuplements observés dans le parc.

III.3.2. Caractères diagnostiques des espèces inventoriées :

L’identification a reposé sur des caractères morphologiques externes jugés plus stables que la coloration. Les critères déterminants mobilisés dans l’étude concernent notamment la conformation générale du corps (convexité), la capacité de volvation complète (chez certains taxons), la morphologie du céphalon (région frontale), la structure de l’extrémité postérieure (telson–uropodes), ainsi que l’aspect du tégument (granulation, brillance, microstructures). Lorsque l’état des spécimens le permettait, l’examen de la face ventrale (pléopodes) a été utilisé en appui.

Tableau 10. Synthèse des caractères diagnostiques (niveau inventaire) des cinq espèces.

Espèce	Critères diagnostiques synthétiques utilisés dans l’étude
Armadillidium vulgare	Corps très convexe ; volvation complète (se roule en boule) ; tergites lisses à faiblement granuleux ; aspect “pilule” typique des Armadillidiidae ; uropodes courts peu saillants.
Armadillo officinalis	Corps robuste à plaques dorsales épaisses ; volvation complète ; aspect général plus “armuré” ; souvent ornementation/taches claires sur le dos ; morphotype caractéristique des Armadillidae (différent d’Armadillidium par l’aspect des plaques et du profil).
Porcellionides pruinosus	Corps aplati (non volvant) ; coloration grisâtre avec aspect pruineux (couche cireuse donnant un rendu “poudré”) ; espèce fréquente en milieux ouverts/anthropisés ; uropodes relativement visibles.
Porcellio laevis	Grande taille ; corps allongé et plutôt lisse ; non apte à la volvation ; morphotype de Porcellionidae ; uropodes bien développés ; aspect robuste et mobile.
Porcellio variabilis	Corps allongé, non volvant ; forte variabilité chromatique (teintes claires à jaunâtres, motifs variables) ; identification basée sur la conformation générale et les caractères structuraux (tégument, extrémité postérieure) plutôt que sur la couleur seule.

III.3.3. Espèces rares / peu fréquentes :

Dans le cadre de l'inventaire réalisé au sein du P.N.E.K (janvier–juin 2025), aucune espèce ne peut être qualifiée de “rare” au sens de la fréquence d’occurrence, puisque les cinq espèces recensées (*Armadillidium vulgare*, *Armadillo officinalis*, *Porcellio laevis*, *Porcellio variabilis* et *Porcellionides pruinosus*) ont été observées dans l’ensemble des stations prospectées (5/5). La composition spécifique apparaît donc homogène à l’échelle du parc, et la rareté ne s’exprime pas ici par l’absence de certaines espèces dans des stations particulières.

En revanche, une lecture fondée sur l’abondance relative permet d’identifier des espèces moins représentées numériquement, pouvant être considérées comme peu abondantes dans l’échantillon global. À ce titre, *Porcellionides pruinosus* (28 individus ; 14,0 %) et *Armadillo officinalis* (29 individus ; 14,5 %) présentent les effectifs les plus faibles parmi les cinq espèces recensées, comparativement à *Armadillidium vulgare* (54 individus ; 27,0 %), *Porcellio laevis* (45 individus ; 22,5 %) et *Porcellio variabilis* (44 individus ; 22,0 %).

Cette situation suggère que les différences observées relèvent davantage d’une variation de densité (liée aux conditions micro-environnementales, notamment l’humidité, la quantité de litière/humus et la disponibilité des refuges) que d’une rareté stricte ou d’une spécialisation exclusive à un habitat donné. Ainsi, dans le contexte du P.N.E.K, les espèces dites « peu fréquentes » doivent être interprétées ici comme peu abondantes, plutôt que comme des taxons à distribution restreinte au sein des stations étudiées.

Tableau 11. Indicateurs de rareté relative (abondance et fréquence).

Espèce	Effectif total (n)	Abondance relative (%)	Fréquence d’occurrence (stations/5)	Statut (selon les données de l’étude)
Armadillidium vulgare	54	27,0	5/5	Très abondante ; très fréquente
Porcellio laevis	45	22,5	5/5	Abondante ; très fréquente
Porcellio variabilis	44	22,0	5/5	Abondante ; très fréquente
Armadillo officinalis	29	14,5	5/5	Peu abondante ; très fréquente
Porcellionides pruinosus	28	14,0	5/5	Peu abondante ; très fréquente

III.3.4. Nouvelles mentions pour la région :

Sur la base exclusive des informations issues de la présente étude menée au sein du **P.N.E.K (Parc National d’El Kala)** durant la période **janvier–juin 2025**, **aucune nouvelle mention n’est retenue** ni pour le parc ni, plus largement, pour le **Nord-Est algérien**. En effet, le cortège inventorié correspond aux **cinq espèces** déjà signalées dans les travaux régionaux mobilisés comme références faunistiques (*Armadillidium vulgare*, *Armadillo officinalis*, *Porcellio laevis*, *Porcellio variabilis* et *Porcellionides pruinosus*).

Ces résultats traduisent donc, à ce stade, une **continuité faunistique** plutôt qu'un enrichissement taxonomique du registre connu pour la région et pour l'aire protégée étudiée. L'apport principal de l'inventaire réside ainsi dans la **confirmation de la présence** de ces espèces au sein du parc, dans leur **documentation spatiale** à travers les cinq stations prospectées et dans la mise à disposition d'une base standardisée permettant des **comparaisons écologiques ultérieures** (variation des abondances selon les stations et les types d'habitats, effets des conditions micro-environnementales).

III.4. Analyse écologique :

III.4.1. Comparaison de la richesse spécifique entre les habitats :

La richesse spécifique observée au sein du **P.N.E.K (Parc National d'El Kala)** apparaît globalement homogène, avec un maximum de **cinq espèces** recensées dans l'ensemble des stations et des types d'habitats considérés. Les **zones humides continentales** (Lac Tonga, Lac Oubeïra, Marais de Bourdim) présentent systématiquement la richesse maximale, ce qui traduit des conditions écologiques particulièrement favorables à l'installation simultanée de l'ensemble du cortège d'Oniscidea inventorié (humidité élevée et stable, litière abondante et diversité de microhabitats). Le **milieu forestier humide** (Aulnaie de Aïn Khia) conserve également la richesse maximale, confirmant l'importance d'un couvert végétal ombragé et d'un humus bien développé pour le maintien des communautés de cloportes.

Enfin, le **milieu littoral/lagunaire** (Lac El Mellah), **malgré** une baisse des effectifs, présente lui aussi les cinq espèces, indiquant que les contraintes locales (exposition, substrat, variabilité hydrique et influence saline possible) n'entraînent pas une réduction de la richesse, mais influencent surtout la densité des populations. Ainsi, à l'échelle du parc, les variations de richesse sont nulles ou très faibles, tandis que les différences d'abondance constituent le principal facteur de différenciation entre habitats.

III.4.2. Influence des facteurs environnementaux :

L'analyse écologique met en évidence le rôle central de l'humidité, facteur déterminant pour l'activité, la survie et la distribution des isopodes terrestres au sein du P.N.E.K. Les cloportes étant fortement dépendants des conditions hydriques, les stations caractérisées par une humidité plus élevée et plus stable (notamment les zones humides continentales : Lac Tonga, Lac Oubeïra et Marais de Bourdim) concentrent les effectifs les plus importants. À l'inverse, les milieux plus exposés et soumis à une variabilité microclimatique plus marquée, comme le Lac El Mellah (milieu littoral/lagunaire), présentent un effectif total plus faible, ce qui suggère une limitation de l'activité de surface et/ou un recours accru aux refuges pendant les périodes moins favorables.

Au-delà de l'humidité, la disponibilité en matière organique (litière, humus, débris végétaux) et en refuges (bois mort, pierres, couverture végétale) apparaît comme un facteur structurant. Les habitats riches en litière et en humus offrent à la fois une ressource trophique détritique abondante et des microhabitats protecteurs contre la dessiccation, favorisant ainsi des densités plus élevées. Cette relation est cohérente avec les observations de terrain, حيث les captures sont surtout associées aux microrefuges typiques (sous feuilles, sous pierres, bois en décomposition, litière humide).

La température et l'exposition interviennent également en modulant l'activité journalière et saisonnière : durant les périodes plus chaudes et plus sèches, les individus tendent à se

réfugier plus profondément dans le sol ou sous des abris plus humides, réduisant leur détectabilité en surface. À l'échelle temporelle de l'étude (janvier–juin 2025), cette dynamique contribue à expliquer les variations d'abondance observées entre stations, même en l'absence de variations de richesse spécifique (cinq espèces présentes partout). Ainsi, dans le P.N.E.K, les facteurs environnementaux n'expliquent pas un remplacement d'espèces, mais influencent surtout la densité, la dominance relative et la distribution microspatiale des populations d'*Oniscidea*.

III.4.3. Similarité / dissimilarité entre stations :

La comparaison des stations révèle une forte similarité taxonomique entre les sites prospectés, puisque les cinq espèces d'isopodes terrestres ont été recensées dans toutes les stations (5/5). Ainsi, à l'échelle du P.N.E.K, la dissimilarité ne s'exprime pas par un remplacement d'espèces entre stations, mais essentiellement par des variations d'abondance et par des différences dans la structure des effectifs.

Les stations présentent en effet des effectifs totaux contrastés : le Lac Tonga enregistre l'abondance la plus élevée (52 individus), suivi du Lac Oubeïra (41) et du Marais de Bourdim (39), tandis que l'Aulnaie de Aïn Khia montre une valeur intermédiaire (36), et le Lac El Mellah l'effectif le plus faible (32). Cette hiérarchie suggère que les stations associées aux milieux humides continentaux tendent à être plus proches entre elles en termes de densité globale, alors que le site littoral (Lac El Mellah) se distingue par une baisse des effectifs, probablement liée à des conditions plus variables (exposition, substrat, fluctuations hydriques, influence saline possible).

Malgré ces contrastes quantitatifs, la structure des peuplements demeure globalement comparable, avec la présence simultanée des taxons dominants (*Armadillidium vulgare*, *Porcellio laevis* et *Porcellio variabilis*) dans l'ensemble des stations. La dissimilarité observée entre stations reflète donc principalement une réponse des populations aux conditions micro-environnementales (humidité, litière/humus, disponibilité des refuges) plutôt qu'une différenciation biogéographique ou une spécialisation stricte des espèces. En conséquence, dans le P.N.E.K, les stations apparaissent homogènes sur le plan taxonomique, mais différenciées sur le plan quantitatif par l'intensité des effectifs et la dominance relative des espèces.

III.4.4. Indices de diversité et interprétation :

À l'échelle de l'étude, la combinaison d'une richesse spécifique limitée (**5 espèces**) et d'une présence constante des mêmes taxons dans toutes les stations traduit des assemblages relativement homogènes sur le plan taxonomique au sein du P.N.E.K. Dans ce contexte, les indices de diversité (par exemple **Shannon–Wiener (H')** et **l'équitabilité de Pielou (J')**) sont attendus comme **modérés à élevés**, non pas en raison d'un grand nombre d'espèces, mais parce que la répartition des effectifs entre espèces reste globalement équilibrée, sans domination écrasante d'un seul taxon.

En effet, bien que *Armadillidium vulgare* soit l'espèce la plus abondante à l'échelle globale (**27 %** des individus), les deux espèces *Porcellio laevis* (**22,5 %**) et *Porcellio variabilis* (**22 %**) présentent des abondances proches, tandis que *Armadillo officinalis* (**14,5 %**) et *Porcellionides pruinosus* (**14 %**) complètent l'assemblage avec des effectifs plus faibles mais réguliers. Cette distribution traduit une équitabilité relativement bonne, indiquant que les

communautés ne sont pas fortement déséquilibrées et que plusieurs espèces contribuent de manière comparable à la structure globale du peuplement.

À l'échelle des stations, la diversité ne se distingue pas par des variations de richesse (constante à 5 espèces partout), mais plutôt par des différences de dominance relative et d'intensité des effectifs. Les stations des zones humides (Lac Tonga, Lac Oubeïra, Marais de Bourdim) tendent à présenter des effectifs plus élevés et une répartition plus équilibrée, ce qui est cohérent avec des conditions microclimatiques favorables (humidité stable, litière abondante, diversité de microhabitats).

À l'inverse, le Lac El Mellah (milieu littoral/lagunaire) se caractérise par un effectif total plus faible, suggérant une contrainte environnementale plus marquée, susceptible de réduire l'activité de surface et de renforcer localement la dominance de certaines espèces mieux adaptées.

Ainsi, l'interprétation des indices de diversité dans le P.N.E.K conduit à considérer que la structuration des peuplements d'Oniscidea repose surtout sur des variations quantitatives (abondance, dominance, équitabilité) liées aux conditions micro-environnementales, plutôt que sur des variations qualitatives de composition spécifique.

III.5. Discussion :

III.5.1. Comparaison avec les travaux antérieurs :

Les résultats de la présente étude, menée au sein du P.N.E.K (Parc National d'El Kala), confirment le caractère encore limité et fragmentaire des connaissances relatives aux isopodes terrestres (Oniscidea) en Algérie, en particulier à l'échelle régionale. Dans le Nord-Est algérien, les travaux de référence mobilisés demeurent ceux de Boukachabia et al. (2022) et de Ahmed et al. (2023), réalisés sur des stations comparables de l'Est algérien et sur une période similaire (janvier-juin). Ces études rapportent un cortège identique de cinq espèces appartenant à quatre genres, avec une dominance récurrente de *Armadillidium* vulgare, tendance également observée dans le cadre du P.N.E.K.

Toutefois, bien que la richesse spécifique soit similaire, la présente étude se distingue par son ancrage ciblé dans une aire protégée et par une approche davantage structurée spatialement et écologiquement au sein du parc. En effet, l'échantillonnage a été réalisé dans cinq stations représentatives de la mosaïque d'habitats du P.N.E.K (zones humides lacustres et marécageuses : Lac Tonga, Lac Oubeïra, Marais de Bourdim ; milieu littoral/lagunaire : Lac El Mellah ; milieu forestier humide : Aulnaie de Aïn Khia). Cette organisation permet une lecture plus fine des variations d'abondance entre stations et entre grands types d'habitats, tout en confirmant la stabilité taxonomique du cortège actuellement connu dans le Nord-Est algérien.

Ainsi, l'apport principal du travail réside dans la consolidation des données faunistiques au niveau du P.N.E.K et dans la mise en évidence d'une différenciation surtout quantitative (densité, dominance relative) plutôt que qualitative (remplacement d'espèces) selon les conditions micro-environnementales du parc.

Tableau 12. Comparaison synthétique avec les travaux antérieurs.

Étude	Zone	Période	Espèces	Genres	Conclusion principale
Boukachabia et al. (2022)	Extrême Nord-Est algérien (4 wilayas)	Janv.–Juin (année de l'étude 2021)	5	4	Cortège de 5 espèces ; dominance récurrente de <i>A. vulgare</i>
Ahmed et al. (2023)	Est algérien (deux stations : Annaba et El-Tarf)	Janv.–Juin (année de l'étude 2021)	5	4	Cortège identique ; confirmation régionale des mêmes taxons
Présente étude	P.N.E.K (Parc National d'El Kala), wilaya d'El-Tarf (5 stations)	Janv.–Juin 2025	5	4	Richesse stable (5 espèces partout) ; variations surtout quantitatives (abondances selon stations/habitats)

III.5.2. Interprétation biogéographique :

Le cortège inventorié au sein du **P.N.E.K (Parc National d'El Kala)** est composé d'espèces largement répandues dans le domaine méditerranéen et/ou paléarctique, généralement associées à une plasticité écologique élevée. La présence simultanée et généralisée des cinq espèces recensées (*Armadillidium vulgare*, *Armadillo officinalis*, *Porcellio laevis*, *Porcellio variabilis* et *Porcellionides pruinosus*) dans l'ensemble des stations prospectées (5/5) traduit une capacité d'installation dans des contextes écologiques variés, depuis les zones humides continentales jusqu'aux milieux littoraux/lagunaires et aux formations forestières humides.

Les espèces dominantes en abondance, notamment *Armadillidium vulgare*, *Porcellio laevis* et *Porcellio variabilis*, apparaissent comme des taxons généralistes capables d'exploiter une large gamme de microhabitats (litière, humus, bois mort, abris sous pierres), ce qui explique leur distribution régulière à l'échelle du parc. De même, la présence de *Porcellionides pruinosus* dans toutes les stations suggère une bonne tolérance aux variations locales, y compris dans les secteurs plus ouverts ou potentiellement plus contraignants, comme le Lac El Mellah, où les conditions littorales (exposition, substrat, variabilité hydrique et influence saline possible) peuvent limiter les effectifs sans exclure l'espèce.

Ainsi, les résultats biogéographiques indiquent que la faune d'Oniscidea observée dans le P.N.E.K correspond principalement à un cortège non endémique, typique des régions méditerranéennes du Maghreb, et probablement renforcé, pour certaines espèces, par des dynamiques de dispersion et d'extension liées aux activités humaines. Dans ce cadre, la différenciation observée entre stations et habitats reflète davantage des variations quantitatives (densité, dominance relative) que des oppositions biogéographiques marquées ou des spécialisations strictes à un habitat unique.

III.5.3. Facteurs expliquant la distribution observée :

La distribution des isopodes terrestres au sein du **P.N.E.K (Parc National d'El Kala)** s'explique principalement par des facteurs micro-environnementaux. L'humidité, la disponibilité en litière/humus et la présence de micro-refuges (pierres, bois mort, débris végétaux) apparaissent déterminantes. Les zones humides (Lac Tonga, Lac Oubeïra, Marais de Bourdim) concentrent les effectifs les plus élevés, tandis que le site littoral/lagunaire (Lac El Mellah) présente les effectifs les plus faibles, probablement en raison de conditions plus variables (exposition, substrat, fluctuations hydriques). Ainsi, les différences entre stations reflètent surtout des variations d'abondance, et non un renouvellement spécifique, puisque les cinq espèces sont présentes dans l'ensemble des stations.

III.5.4. Importance des cloportes dans les écosystèmes étudiés :

Les cloportes jouent un rôle écologique essentiel dans les écosystèmes du **P.N.E.K**, notamment dans les zones humides et les milieux à litière/humus abondants. Leur activité détritivore participe à la fragmentation de la matière organique, au recyclage des nutriments et à la formation de l'humus, contribuant ainsi au fonctionnement et à la fertilité biologique des sols. En outre, ils constituent une ressource pour divers prédateurs et assurent un maillon fonctionnel entre la matière organique en décomposition et les niveaux trophiques supérieurs, ce qui renforce leur importance dans la dynamique des habitats étudiés.

III.5.5. Valeur bioindicatrice et implications écologiques :

La stabilité du cortège spécifique au sein du **P.N.E.K** (5 espèces présentes dans toutes les stations) associée à des variations d'abondance selon les stations et les types d'habitats confère aux isopodes terrestres une valeur bioindicatrice intéressante. La dominance de taxons fréquents et tolérants, notamment *Armadillidium vulgare*, traduit une bonne capacité d'adaptation à des conditions micro-environnementales contrastées, tandis que les différences d'effectifs observées entre zones humides, milieu forestier humide et milieu littoral reflètent l'influence de facteurs tels que l'humidité, la litière/humus et la disponibilité des refuges. Ainsi, le suivi des Oniscidea peut fournir des informations utiles sur la qualité des habitats **édaphiques** et contribuer à l'orientation des actions de gestion et de conservation au sein du parc.

III.6. Conclusion du chapitre :

L'inventaire réalisé au sein du P.N.E.K durant la période janvier–juin 2025 met en évidence un cortège composé de cinq espèces appartenant à quatre genres et trois familles, recensées dans l'ensemble des cinq stations prospectées. Cette constance traduit une homogénéité taxonomique à l'échelle du parc, sans différence de richesse spécifique entre stations ou entre types d'habitats.

Cependant, si la composition spécifique reste identique, les résultats montrent une structuration nette des effectifs. Les zones humides continentales (Lac Tonga, Lac Oubeïra, Marais de Bourdim) concentrent la majorité des individus (66 %), tandis que le milieu littoral/lagunaire (Lac El Mellah) présente les effectifs les plus faibles, et le milieu forestier humide (Aulnaie de Aïn Khia) occupe une position intermédiaire.

Ces contrastes confirment le rôle déterminant des facteurs micro-environnementaux, en particulier l'humidité, la quantité de litière/humus et la disponibilité des refuges (bois mort, pierres, couverture végétale), qui modulent surtout l'abondance et la dominance relative des espèces plutôt que leur présence/absence.

Sur le plan biologique et fonctionnel, les Oniscidea apparaissent comme des organismes clés du fonctionnement des sols du parc, intervenant dans la décomposition et le recyclage des nutriments, et constituant un maillon important des réseaux trophiques.

Par ailleurs, la stabilité du cortège combinée aux variations d'abondance selon les habitats confère aux cloportes une valeur bioindicatrice utile pour apprécier l'état des micro-habitats édaphiques et appuyer la gestion des milieux sensibles.

En somme, ce chapitre montre que, dans le P.N.E.K, la différenciation des peuplements d'isopodes terrestres est principalement quantitative et liée aux conditions locales.

Il fournit ainsi une base solide pour formuler les recommandations de conservation et pour envisager des prolongements de recherche visant à élargir l'échantillonnage à d'autres habitats et à d'autres saisons afin de renforcer la compréhension du fonctionnement écologique et de la dynamique spatio-temporelle des Oniscidea dans l'aire protégée étudiée.

Conclusion générale

Conclusion Générale

La présente étude, intitulée « **L'inventaire des crustacés isopodes terrestres (cloportes) du Nord-Est algérien (P.N.E.K)** », s'inscrit dans une démarche de connaissance et de valorisation de la biodiversité édaphique au sein du **Parc National d'El Kala**. L'inventaire a été conduit entre **janvier et juin 2025** dans **cinq stations** représentatives de la mosaïque d'habitats du parc (Lac Tonga, Lac Oubeïra, Lac El Mellah, Marais de Bourdim et Aulnaie de Aïn Khia), selon un protocole combinant des méthodes complémentaires (prospection manuelle, tamisage de la litière, pièges Barber et extraction par entonnoir de Berlese), afin de réduire les biais liés à l'activité de surface et d'améliorer la détectabilité des formes cryptiques.

Sur le plan faunistique, les résultats mettent en évidence un cortège composé de **cinq espèces** appartenant à **quatre genres** et **trois familles** : *Armadillidium vulgare*, *Armadillo officinalis*, *Porcellio laevis*, *Porcellio variabilis* et *Porcellionides pruinosus*. La **richesse spécifique** apparaît **constante** dans l'ensemble des stations, puisque toutes les espèces ont été observées dans chacun des sites prospectés. Cette homogénéité qualitative suggère, à l'échelle des milieux échantillonnés, un assemblage relativement stable correspondant au cortège déjà signalé dans l'Est algérien, et confirme l'intérêt du P.N.E.K comme espace pertinent pour documenter la faune du sol dans un contexte méditerranéen humide.

Cependant, si la composition spécifique ne varie pas, la structuration des peuplements est principalement **quantitative**. Les **abondances** diffèrent entre stations et entre types d'habitats : les **zones humides continentales** concentrent la majorité des individus, tandis que le milieu **littoral/lagunaire** présente les effectifs les plus faibles, et le milieu **forestier humide** une situation intermédiaire. Cette organisation souligne le rôle déterminant des facteurs micro-environnementaux, en particulier l'**humidité**, la quantité de **litière/humus** et la disponibilité de **microrefuges** (bois mort, pierres, débris végétaux), qui influencent l'activité, la survie et la distribution fine des cloportes. Ainsi, dans le P.N.E.K, la différenciation observée traduit moins un remplacement d'espèces qu'une réponse des populations aux conditions locales qui modulent densités et dominances relatives.

Au-delà de l'aspect inventorial, ces résultats rappellent l'importance fonctionnelle des Oniscidea dans les écosystèmes terrestres, notamment par leur contribution à la décomposition de la matière organique, au recyclage des nutriments et au fonctionnement biologique des sols. La stabilité du cortège, associée aux variations d'abondance selon les habitats, confère également aux cloportes un intérêt pour des approches de suivi écologique, dans la mesure où les changements de micro-habitats (humidité, litière, perturbations locales) sont susceptibles de se traduire par des modifications mesurables des effectifs.

1) Mesures de conservation des habitats favorables :

- Reconnaître la dépendance des peuplements d'Oniscidea à la qualité des micro-habitats (humidité, litière/humus, refuges : pierres, bois mort, débris végétaux).
- Prioriser la conservation des zones humides (lacs, marais) en maintenant les conditions assurant l'équilibre hydrique.
- Préserver les composantes structurantes du micro-habitat : litière humide, accumulations de matière organique, bois mort (abri + ressource trophique).
- Renforcer la protection, dans les formations forestières humides (aulnaies), du sous-bois riche en humus et en litière.

Conclusion Générale

- Limiter les perturbations altérant l'humidité et la litière (piétinement, déchets, dégradation des berges, perturbation du couvert végétal).

2) Recommandations pour le suivi écologique et les inventaires futurs :

- Maintenir une stratégie d'échantillonnage multi-méthodes (prospection manuelle, tamisage, pièges Barber, entonnoir de Berlese) pour réduire les biais.
- Standardiser l'effort entre stations (durées, répétitions, nombre et disposition des pièges) pour assurer la comparabilité spatio-temporelle.
- Étendre l'échantillonnage au-delà de janvier-juin afin de couvrir la dynamique saisonnière complète, notamment en conditions plus chaudes et plus sèches.
- Renforcer la traçabilité : micro-habitat, méthode de collecte et observations (humidité, substrat, litière/humus, bois mort) à chaque station/capture.
- Consolider la qualité des données via des fiches de terrain harmonisées et une organisation des métadonnées facilitant l'analyse et la reproductibilité.

3) Perspectives de recherche :

- Étendre la prospection à d'autres stations du P.N.E.K et diversifier les contextes (zones humides supplémentaires, dunes/littoral, maquis, subéraies/chênaies).
- Développer une approche analytique comparant systématiquement les grands types d'habitats (zones humides continentales, littoral/lagunaire, forêt humide).
- Exploiter les variations d'abondance et de distribution comme signaux écologiques pour affiner les relations espèces-habitats.
- Mettre en place un suivi régulier dans les secteurs perturbés (piétinement, déchets, berges dégradées, couvert modifié) pour tester la sensibilité aux changements de micro-habitats.
- Améliorer la résolution taxonomique (caractères diagnostiques, validation croisée) et, si possible, constituer une référence locale (collection, photothèque) adaptée au P.N.E.K.

Enfin, cette étude met en évidence des perspectives claires : renforcer la conservation des micro-habitats favorables, améliorer la standardisation et la traçabilité des relevés, et étendre les prospections à d'autres habitats et à d'autres saisons, afin de mieux appréhender la dynamique spatio-temporelle des peuplements. Dans cette perspective, l'inventaire réalisé constitue une base de référence utile pour de futurs travaux et pour l'appui scientifique à la gestion et à la conservation des milieux du **Parc National d'El Kala**.

Bibliographie (APA 7e édition)

1. 3BGU Experimental Biology. (2023). Investigating Woodlice Behaviour (Following the Scientific Method) [Document pédagogique/évaluation diagnostique]. (Institution/éditeur non précisés dans le texte.)
2. Ahmed, F. B., Boukachabia, A., Houhamdi, I., Houhamdi, M., & Boutarfa, M. (2023). Identification of some terrestrial isopods at two stations in Algerian East. *Ukrainian Journal of Ecology*, 13(2), 15–21.
https://doi.org/10.15421/2023_425
3. Animal Diversity Web. (n.d.). *Armadillidium vulgare*. University of Michigan Museum of Zoology.
https://animaldiversity.org/accounts/Armadillidium_vulgare/
4. AnimalFact. (2025, 3 septembre). Isopod – Types, size, anatomy, lifespan, habitat, diet, & pictures. AnimalFact. Consulté le 15 janvier 2026, à 11:01, sur <https://animalfact.com/isopod/>
5. Bouchon, D., Zimmer, M., & Dittmer, J. (2016). The terrestrial isopod microbiome: An all-in-one toolbox for animal–microbe interactions of ecological relevance. *Frontiers in Microbiology*, 7, 1472.
<https://doi.org/10.3389/fmicb.2016.01472>
6. Boukachabia, A., Gheid, S., Nouadria, R., & Houhamdi, M. (2022). Diversité des isopodes terrestres dans l’extrême Nord-Est de l’Algérie / Diversity of terrestrial isopods in the extreme North-East of Algeria. *Bulletin de la Société Zoologique de France*, 147(2), 87–96.
7. Boutabia, L., Bissati, S., Daoudi, A., & Houhamdi, M. (2019). L’Orchidoflore du Parc National d’El Kala (Extrême Nord-Est algérien) : inventaire et état des lieux. *Revue Algérienne des Sciences*, 4, 7–15.
8. Claivaz, L. (2023). Identifier les cloportes en Île-de-France [Support de présentation]. Agence régionale de la biodiversité Île-de-France (ARB ÎdF). Consulté le 16 janvier 2026, sur <https://www.arb->

- idf.fr/fileadmin/DataStorageKit/ARB/Articles/fichiers/Rencontres_naturalistes_2023/10_Identifierlescloportes_Ile-de-France_LucienClaivaz.pdf
9. Claivaz, L. (2023, novembre). Clé d'identification des isopodes terrestres d'Île-de-France [Guide d'identification]. Les Amis Naturalistes des Coteaux d'Avron.
10. cloporte66.free.fr. (n.d.). Armadillo officinalis.
https://cloporte66.free.fr/01_PYRENEES%20ORIENTALES/Armadillo%20officinalis/armadillo_officinalis.htm
11. Cordaux, R. (2018, 2 février). Wolbachia : la bactérie symbiotique qui change les cloportes mâles en femelles. Planet-Vie (ENS de Lyon). (Consulté via le document cité dans le texte.)
12. Curl. (s. d.). [Document de vulgarisation sur les cloportes : systématique, registre fossile, distribution]. (Référence complète/URL non fournie dans le texte.)
13. Djaaboub, S. (2008). Étude de la végétation du lac Bleu (Parc National d'El-Kala) : Phytoécologie, phytosociologie et cartographie (Mémoire de magister en sciences agronomiques, option biodiversité et biotechnologie végétale). Institut National Agronomique d'El-Harrach, Alger.
14. Dorn, P., Broly, P., Deneubourg, J.-L., & Devigne, C. (2024). Volvation in terrestrial isopods: A review of function and mechanisms. PeerJ.
<https://peerj.com/articles/16696/>
15. European Commission, Joint Research Centre. (n.d.). EASIN species factsheet: Armadillo officinalis (EASIN ID: R01437).
<https://alien.jrc.ec.europa.eu/spexplorer/species/factsheetprintpreview?speciesId=R01437>
16. Fialová, R., & Tuf, I. H. (2025). Spatial activity and sheltering behaviour of terrestrial isopods (Isopoda, Oniscidea): A field experiment. ZooKeys, 1225, 127–139. <https://doi.org/10.3897/zookeys.1225.125030>
17. Fraj, M., Charfi-Cheikhrouha, F., & Nasri-Ammar, K. (1998). Redescription et répartition géographique de Porcellio variabilis Lucas (Isopoda, Oniscidea). (PDF via JSTOR). <https://www.jstor.org/stable/pdf/20106064.pdf>

18. Fraj, M., Charfi-Cheikhrouha, F., & Nasri-Ammar, K. (1998). Redescription et répartition géographique de *Porcellio variabilis* Lucas (1846) (Isopoda, Oniscidea). *Crustaceana*, 71(8).
https://brill.com/previewpdf/view/journals/cr/71/8/article-p833_1.xml
19. GBIF Secretariat. (n.d.). *Armadillidium vulgare* (Latreille, 1804) in GBIF Backbone Taxonomy. GBIF. <https://www.gbif.org/species/2203611>
20. GBIF Secretariat. (n.d.). *Armadillo officinalis* Duméril, 1816 (GBIF Backbone Taxonomy). GBIF. <https://www.gbif.org/species/2202347>
21. GBIF Secretariat. (n.d.). *Porcellio variabilis* Lucas, 1849. GBIF Backbone Taxonomy. <https://www.gbif.org/species/155572649>
22. GBIF Secretariat. (n.d.). *Porcellionides pruinosus* (Brandt, 1833). GBIF Backbone Taxonomy. <https://www.gbif.org/species/2203682>
23. Gibbs, A. G. (2008). Conglobation in the pill bug *Armadillidium vulgare* as a water conservation mechanism. *Journal of Insect Science*, 8(44).
<https://bioone.org/journals/journal-of-insect-science/volume-8/issue-44/031.008.4401/Conglobation-in-the-Pill-Bug-Armadillidium-vulgare-as-a-Water/10.1673/031.008.4401.full>
24. Google. (2026). Google Maps [Carte]. Consulté le 16 janvier 2026.
25. Guide Of Greece. (2026). [Page web : processus de décomposition du bois et organismes décomposeurs]. Consulté le 16 janvier 2026.
<https://guideofgreece.com/>
26. Hamel, T., Zerriai, L., & Houhamdi, M. (2018). Inventaire des ptéridophytes dans le Parc National d'El Kala (Algérie orientale). *Acta Botanica Malacitana*, 43, 31–42.
27. Hamouda, S., & Tahar, A. (2012). Apport de l'analyse spatiale dans le suivi du couvert végétal du parc national d'El-Kala (Algérie). *Revue Sciences et Technologie (Synthèse)*, 25, 59–70.
28. Heffner, T., Bami, S. A., Mendes, L. W., Kaupper, T., Hannula, E. S., Poehlein, A., Horn, M. A., & Ho, A. (2023). Interkingdom interaction: The soil isopod *Porcellio scaber* stimulates the methane-driven bacterial and fungal

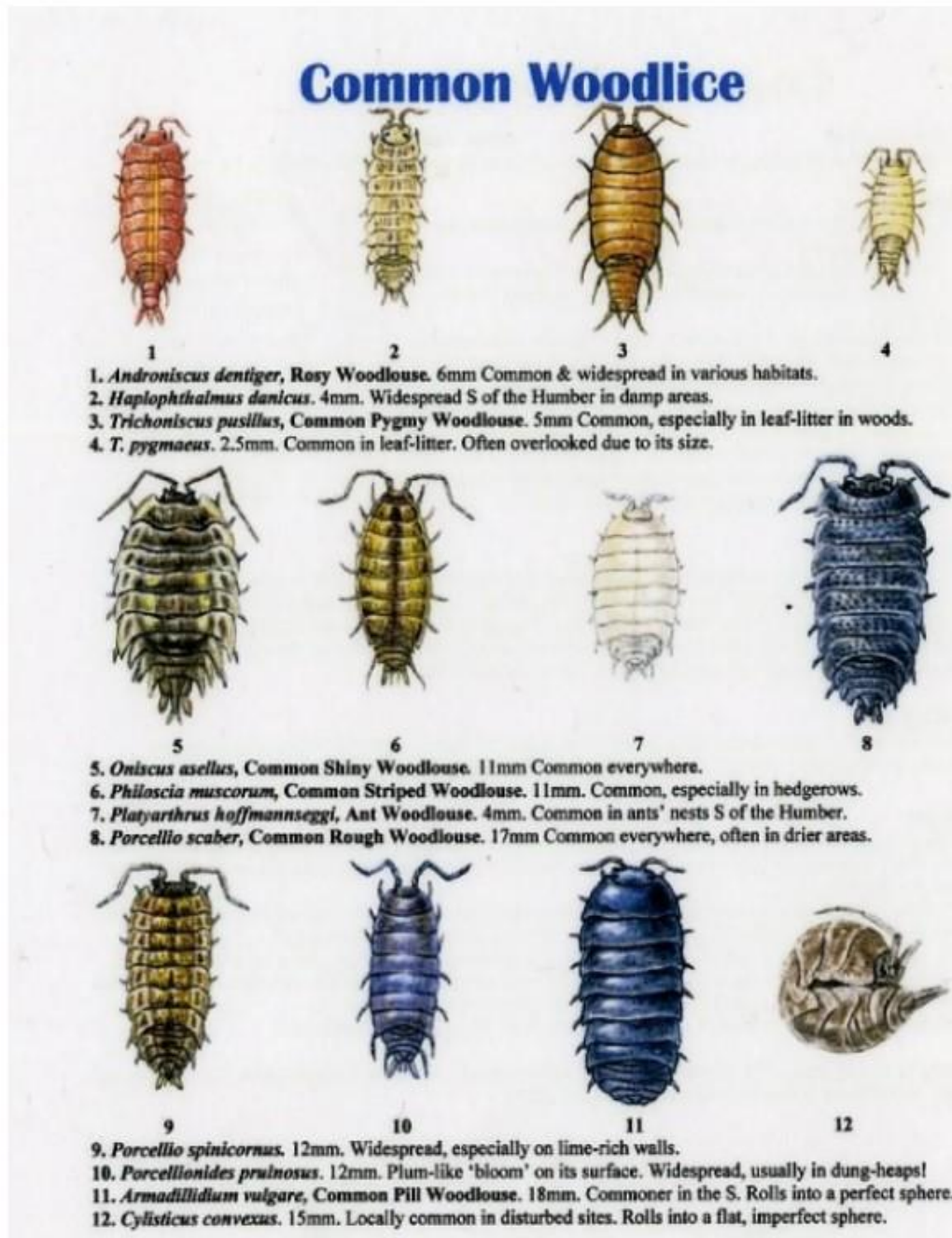
- interaction. ISME Communications. <https://doi.org/10.1038/s43705-023-00271-3>
29. Insektenliebe. (n.d.). Armadillo officinalis (keeping report).
<https://insektenliebe.com/en/keeping-reports/armadillo-officinalis/>
30. Integrated Taxonomic Information System (ITIS). (n.d.). Porcellio variabilis (report).
https://itis.gov/servlet/SingleRpt/SingleRpt?search_topic=TSN&search_value=596538
31. Isopod Site. (s. d.). Isopod anatomy and biology. Consulté le 12 janvier 2026.
<https://isopod.site/isopod-anatomy-and-biology/>
32. Jardiner Malin. (n.d.). Cloporte : fiche et conseils. <https://www.jardiner-malin.fr/fiche/cloporte.html>
33. La page des escargots. (2026). Connaître les cloportes et les iules [Page web]. Consulté le 16 janvier 2026. <https://lapagedesescargots.fr/connaitre-les-cloportes-et-les-iules/>
34. Latreche, C., & Rouag, D. (2020). Tourisme et mise en scène des paysages patrimoniaux dans le Parc National d'El Kala : Entre préservation, éco valorisation et mise en tourisme. *Revue des Sciences Humaines*, 31 (3), 437–456.
35. Medini, L., Nasri-Ammar, K., & Charfi-Cheikhrouha, F. (2000). Reproduction saisonnière de *Porcellio variabilis* Lucas, 1846. *Comptes Rendus de l'Académie des Sciences – Series III*, 323, 689–695.
<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0764446900001682>
36. Medini, L., Nasri-Ammar, K., & Charfi-Cheikhrouha, F. (2000). Reproduction saisonnière de *Porcellio variabilis* Lucas, 1846 (PDF). *C.R. Acad. Sci. Paris, Sciences de la vie/Life Sciences*, 323, 689–695.
<https://eurekamag.com/research/003/555/003555282.pdf>
37. Müller, et al. (2025). That's how they roll: Skeletal mechanics of enrolment and the importance of hydrostatic support in terrestrial isopods. *Current Biology*.
<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1467803925000441>

38. Noël, F., & Séchet, E. (2007). Crustacés Isopodes terrestres du Nord-Ouest de la France (Crustacea, Isopoda, Oniscidea) – Clé de détermination et références bibliographiques. *Invertébrés Armorica*, 2, 1–48.
39. Noël, F., & Séchet, E. (2016, janvier). Inventaires complémentaires des crustacés isopodes terrestres de la presqu’île de Giens, des îles d’Hyères et des communes adjacentes du Parc national de Port-Cros (Version finale).
40. Pangea Reptile. (n.d.). Armadillo officinalis “Spanish Pill Bug” isopods (care & feeding notes). <https://www.pangeareptile.com/products/armadillo-officinalis-spanish-pill-bug-isopods>
41. Paoletti, M. G., & Hassall, M. (1999). Woodlice (Isopoda: Oniscidea): Their potential for assessing sustainability and use as bioindicators. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, 74, 157–165.
42. Pardi, F., et al. (2022). Diversification within an oceanic Mediterranean island: Insights from a terrestrial isopod. *Molecular Phylogenetics and Evolution*. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1055790322001981>
43. Pinterest. (2026). [Épingle : “Alimentation et principaux prédateurs des cloportes”]. Consulté le 16 janvier 2026. <https://nl.pinterest.com/pin/248964685638707403/>
44. Richards, P. (s. d.). An introduction to woodlice. British Myriapod and Isopod Group.
45. Saadali, B., et al. (2015). Impact de l’activité anthropique sur la dégradation de l’environnement et sur la qualité des eaux : Cas du parc national d’El Kala (Nord-Est algérien). *Revue Sciences et Technologie (Synthèse)*, 30, 66–75.
46. Saïfouni, A., Bellatreche, M., & Chebouti-Mezio, N. (2020). Identification et cartographie des habitats naturels du lac Tonga (El-Kala, Algérie). *Revue Agrobiologia*, 10(1), 1999–2009.
47. Schmalfuss, H. (2003). World catalog of terrestrial isopods (Isopoda: Oniscidea). *Stuttgarter Beiträge zur Naturkunde*.
48. ScienceDirect. (n.d.). Article page: *Armadillidium vulgare* and litter decomposition (page de résumé). Elsevier. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0929139314001383>

49. Sfenthourakis, S., Taiti, S., & (auteurs de l'article PDF). (2007). Genetic and morphological analysis of Tunisian populations de *Porcellio variabilis* (Isopoda: Oniscidea) (PDF). Italian Journal of Zoology.
<https://www.tandfonline.com/doi/pdf/10.1080/11250000600679991>
50. Slimani, A., et al. (2013). Contribution à l'étude de la flore lichénique dans la zéenaie de Bougous (forêt de Ramel Toual) au niveau du Parc National d'El Kala (Nord Est Algérien). *Revue Sciences et Technologie (Synthèse)*, 27, 22–29.
51. van Gestel, C. A. M., Loureiro, S., & Zidar, P. (2018). Terrestrial isopods as model organisms in soil ecotoxicology: A review. *ZooKeys*, 801, 127–162.
<https://doi.org/10.3897/zookeys.801.21970>
52. Vandel, A. (1960). Faune de France 64: Isopodes terrestres (Première partie). Fédération française des sociétés de sciences naturelles; Office central de faunistique; Éditions Paul Lechevalier.
53. Zidar, P., & Mihelič, P. (2025). Morphological analysis of regenerated antennae in the isopod *Porcellio scaber* (Isopoda, Crustacea), with emphasis on the main sensory structures. *ZooKeys*, 1225, 33–47.
<https://doi.org/10.3897/zookeys.1225.118414>.

Annexe 1

Panneau d'information sur les différentes espèces de cloportes (Common Woodlice)



Description scientifique (12 espèces de cloportes)

1) *Androniscus dentiger* (Verhoeff) — ~6 mm

Petite espèce largement répartie, rencontrée dans une diversité de micro-habitats humides (litière, sous pierres, bois mort). Son faible gabarit et son comportement discret la rendent moins visible lors de prospections rapides. Espèce typiquement associée aux milieux à forte hygrométrie.

2) Haplophthalmus danicus Budde-Lund — ~4,4 mm

Espèce de petite taille, fréquente dans les milieux frais et humides. Elle occupe préférentiellement les sols riches en matière organique, sous la litière et dans des micro-refuges protégés. Sa détection nécessite souvent un tri fin de la litière en raison de sa taille réduite.

3) Trichoniscus pusillus Brandt — ~5 mm

Espèce commune de la litière forestière, particulièrement abondante dans les horizons superficiels humides (feuilles en décomposition, humus). Elle participe activement à la fragmentation de la matière organique et s'observe fréquemment dans les forêts à litière épaisse.

4) Trichoniscus pygmaeus Sars — ~2,5 mm

Micro-isopode très petit, souvent sous-échantillonné du fait de sa taille. Il fréquente la litière et les micro-habitats humides (mousses, humus fin), et requiert une observation attentive (loupe) et des méthodes de tri adaptées.

5) Oniscus asellus Linnaeus — ~11 mm

Espèce très commune et généraliste, rencontrée dans de nombreux milieux terrestres, souvent à proximité de la matière organique humide (bois mort, pierres, litière). Morphologiquement, elle présente un corps relativement large et robuste, et constitue l'un des cloportes les plus facilement observables.

6) Philoscia muscorum (Scopoli) — ~11 mm

Espèce commune dans les milieux semi-ouverts et végétalisés, notamment les haies et zones herbacées. Elle est souvent associée aux mousses et à la litière superficielle. Elle se distingue globalement par une silhouette plus allongée et une tendance à l'activité en milieux moins confinés que certains Oniscidae.

7) Platyarthrus hoffmannseggii Brandt — ~4 mm

Espèce myrmécophile, classiquement observée dans les nids de fourmis. Cette association reflète une spécialisation écologique marquée. Elle est généralement difficile à rencontrer hors de ces micro-habitats, et son observation dépend fortement de la prospection ciblée de fourmilières.

8) Porcellio scaber Latreille — ~17 mm

Espèce très répandue et souvent abondante, fréquente dans des milieux variés, y compris relativement plus secs. Elle présente une cuticule dorsalement rugueuse (aspect « scabre »), et occupe couramment les refuges sous pierres, débris ligneux, et structures anthropiques.

9) Porcellio spinicornis Say — ~12 mm

Espèce liée aux substrats pierreux, fréquemment rencontrée sur les murs et constructions, notamment en contexte calcaire. Elle occupe des micro-habitats fissurés et abrités, et illustre une affinité pour les environnements anthropisés riches en supports minéraux.

10) Porcellionides pruinosus (Brandt) — ~12 mm

Espèce largement distribuée, souvent associée aux milieux riches en matière organique en décomposition (tas de fumier, composts, litières très chargées). Elle est décrite comme présentant un aspect « prumineux » en surface (effet poudré). Elle constitue un taxon caractéristique des environnements eutrophes.

11) *Armadillidium vulgare* (Latreille) — ~18 mm

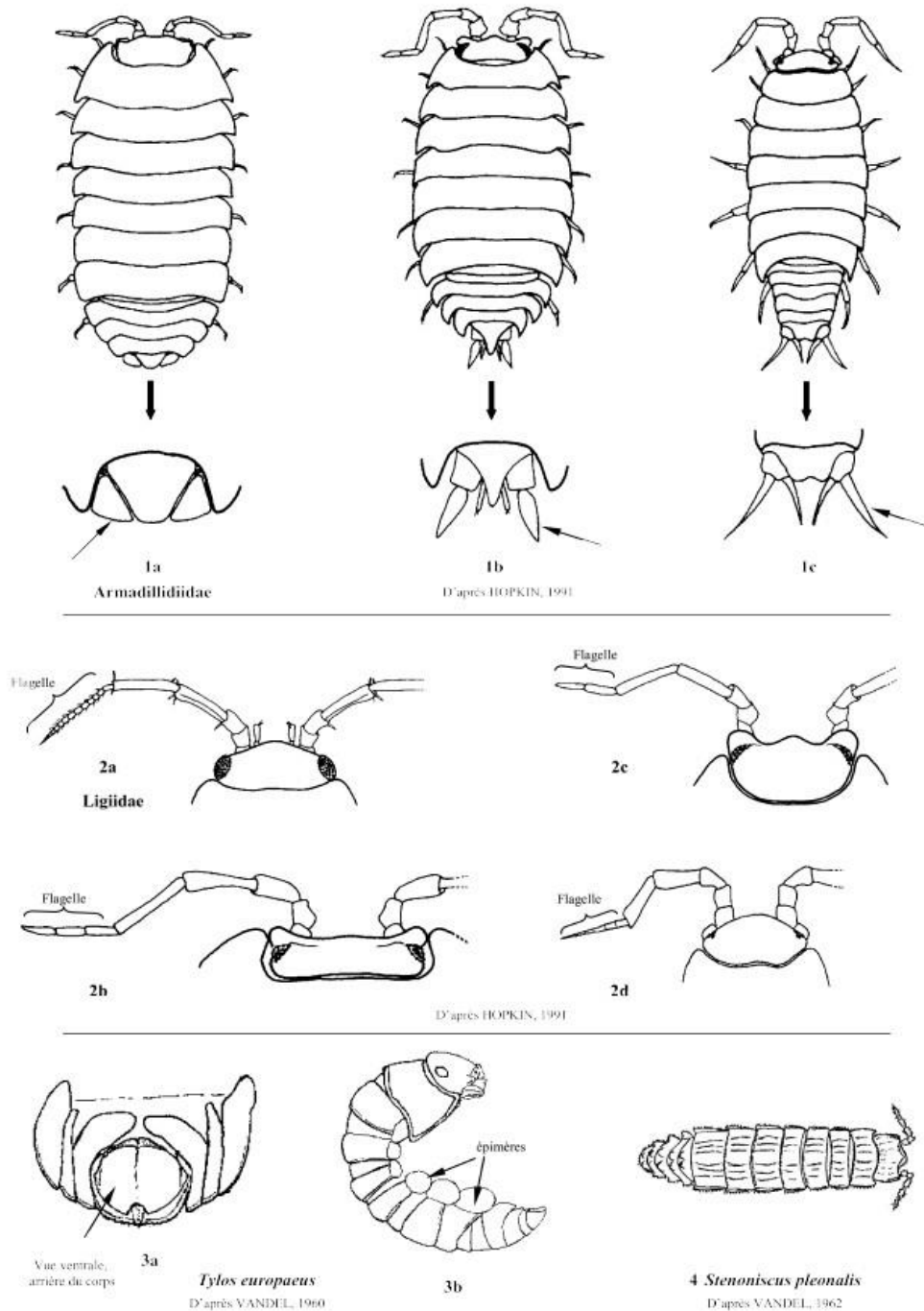
Espèce commune, aisément reconnaissable par sa capacité de volvation complète : l'individu se roule en sphère parfaite (mécanisme défensif). Elle fréquente de nombreux habitats (litière, prairies, jardins, milieux anthropisés) et supporte des conditions relativement variables.

12) *Cylisticus convexus* (De Geer) — ~15 mm

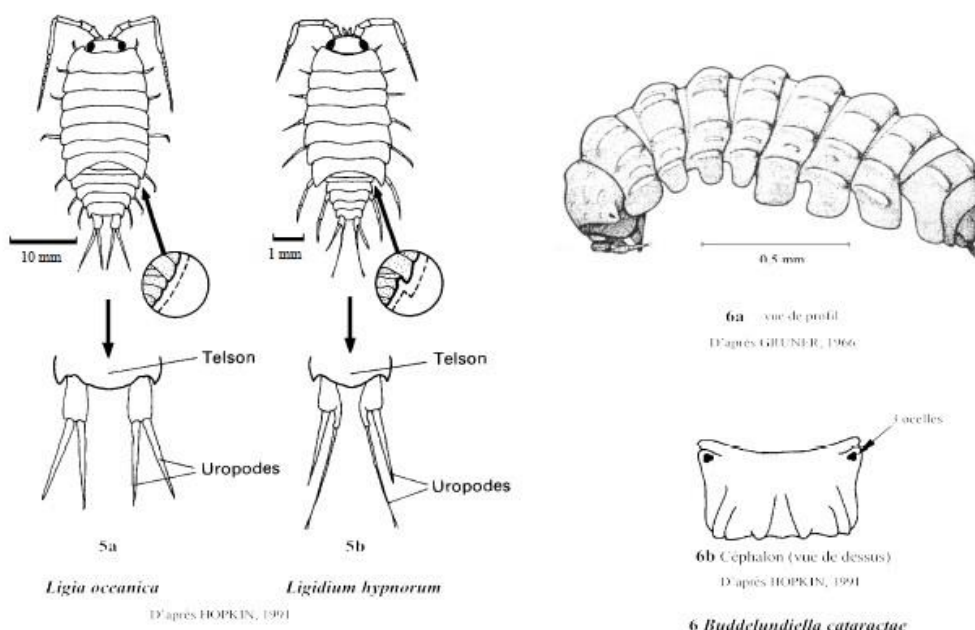
Espèce localement commune, associée aux milieux perturbés et aux zones anthropisées. Elle présente une capacité de volvation incomplète (sphère imparfaite, plus aplatie) par comparaison aux *Armadillidium*. Elle est souvent observée sous pierres, débris et dans des habitats modifiés.

Annexe 2

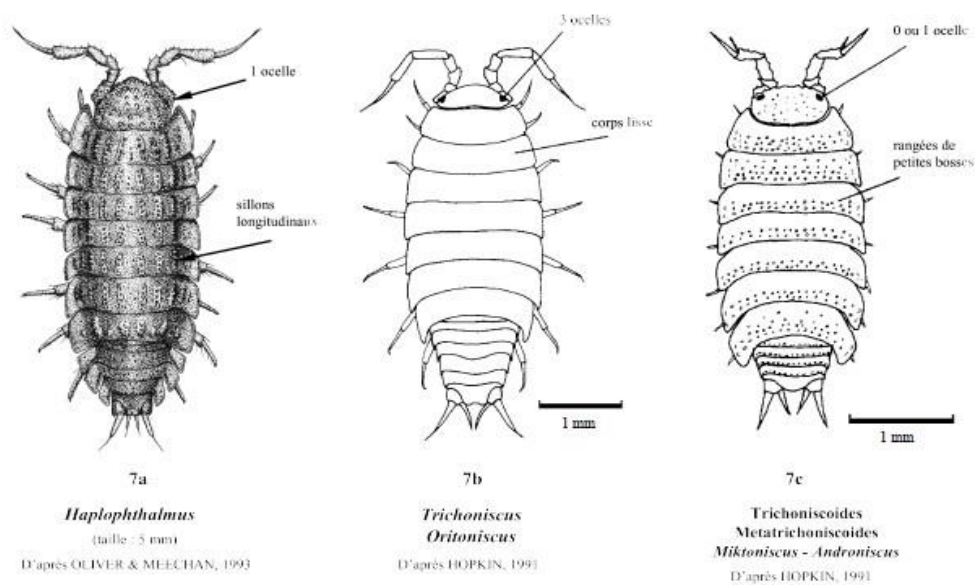
Outil d'identification : clé de détermination des isopodes terrestres (cloportes)

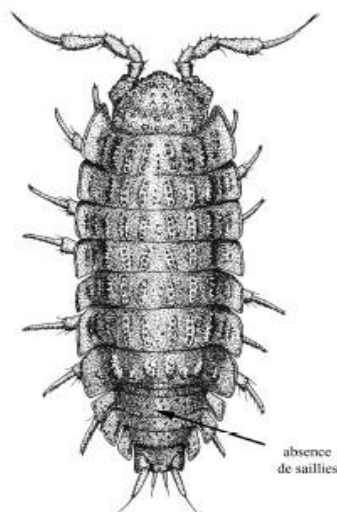


Invertébrés Armoricains, 2007, 2



Trichoniscidae

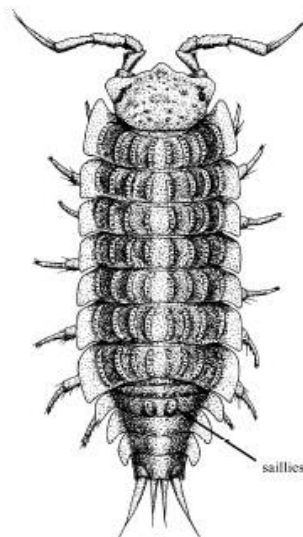




8a

Haplophthalmus danicus

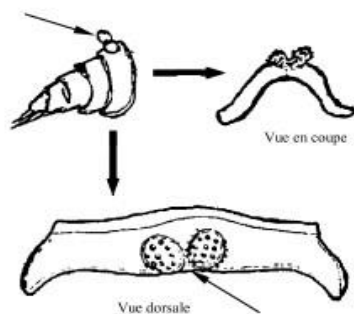
D'après OLIVER & MEECHAN, 1993



8b

Haplophthalmus mengii

D'après OLIVER & MEECHAN, 1993

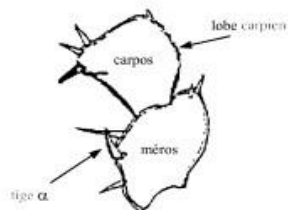


9a

3^e pléonite

9 *Haplophthalmus gibbus moracchinii*

D'après VANDEL, 1960



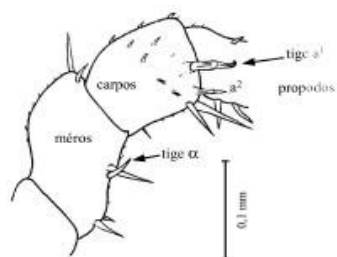
9b

Per. VII, mâle



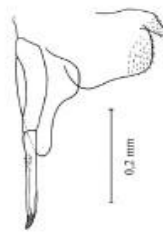
9c

Vertex



10a

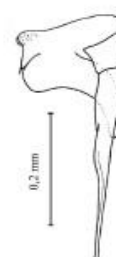
(Per. VII, mâle)
vue interne



10b Pléopode I, mâle

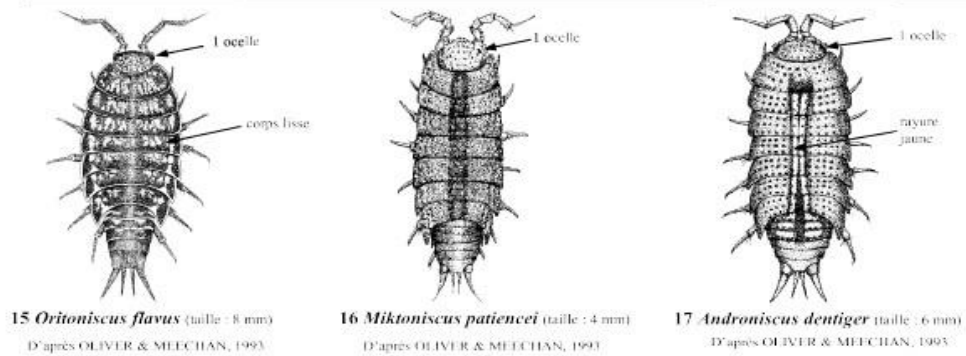
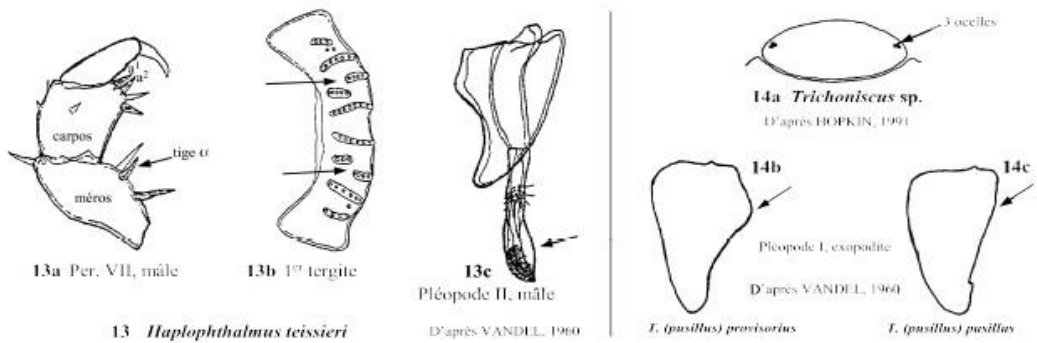
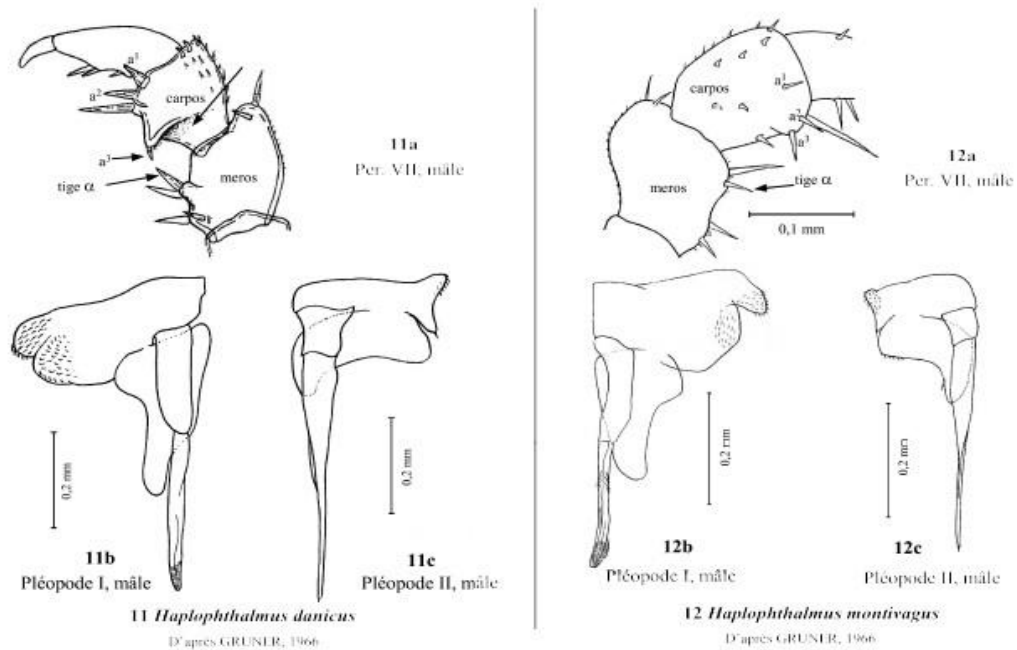
10 *Haplophthalmus mengii*

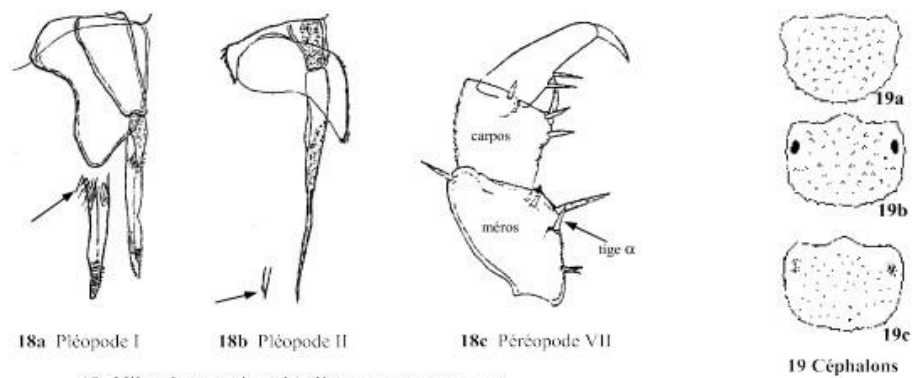
D'après GRUNER, 1966



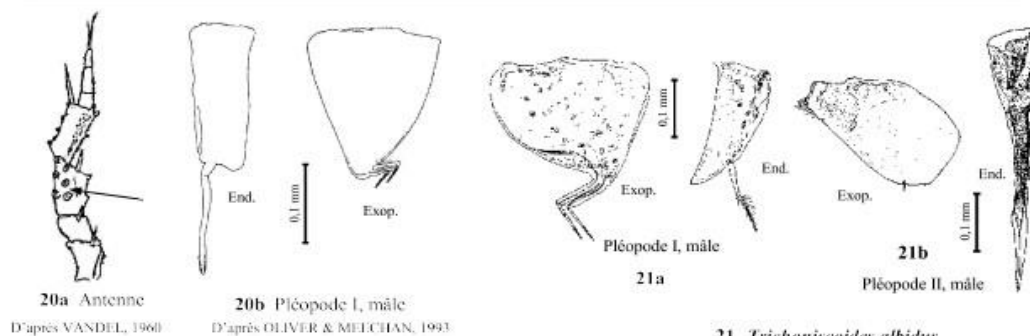
10c Pléopode II, mâle

Invertébrés Armoricaïns, 2007, 2





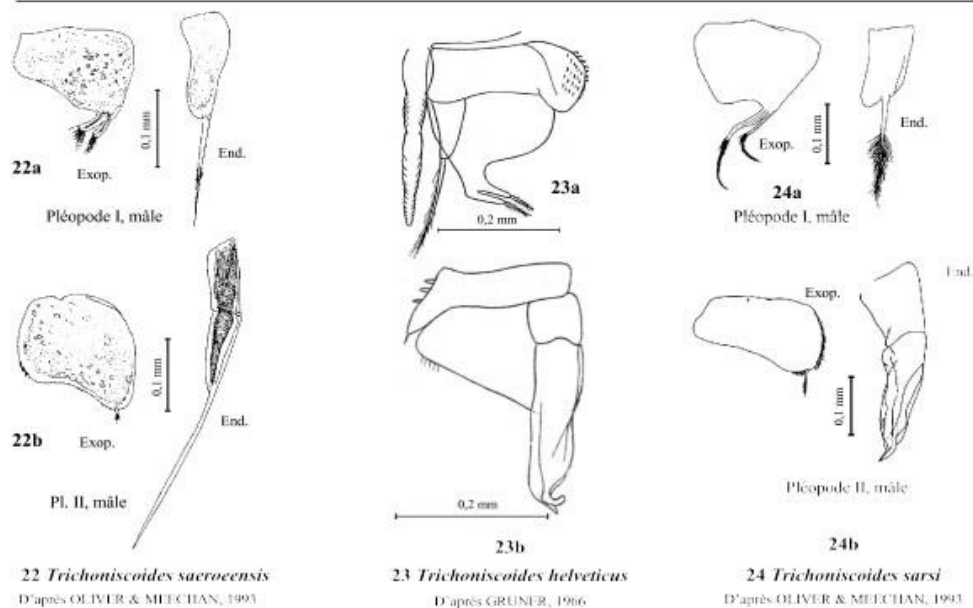
18 *Miktoniscus patiencei* (mâle) D'après VANDEL, 1960



20 *Metatrioniscoides leydigi*

21 *Trichoniscoides albidus*

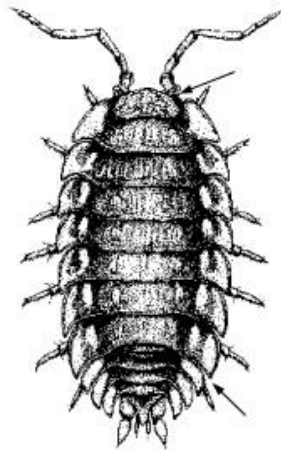
D'après OLIVER & MEECHAN, 1993



22 *Trichoniscoides sacroensis*

23 *Trichoniscoides helveticus*

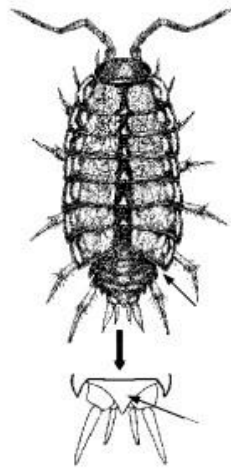
24 *Trichoniscoides sarsi*



25 *Oniscus asellus*

taille : 48 mm

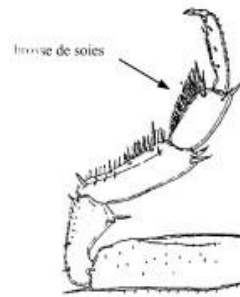
D'après OLIVER & MEECHAN, 1993



26a *Philoscia muscorum*

taille : 11 mm

D'après OLIVER & MEECHAN, 1993 ; HOPKIN, 1991



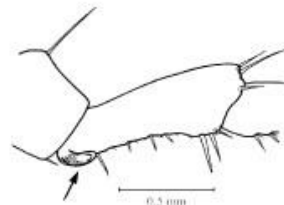
Pérépode I, mâle

26b *Philoscia muscorum*

D'après VANDEL, 1962



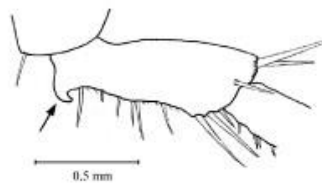
27 *Chaetophiloscia cellaria* (a) et *C. elongata* (b)
Vue dorsale des pléons et telsons. (cliché : C. MOOQUET)



Mérous du Pér. VII, mâle

28a *Philoscia muscorum*

D'après GRUNER, 1966



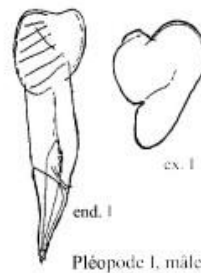
Mérous du Pér. VII, mâle

28b *Philoscia affinis*

D'après GRUNER, 1966



27 *Chaetophiloscia cellaria* (c) et *C. elongata* (d)
Vue latérale. (cliché : C. MOOQUET)



Pléopode I, mâle

29a *Chaetophiloscia elongata*

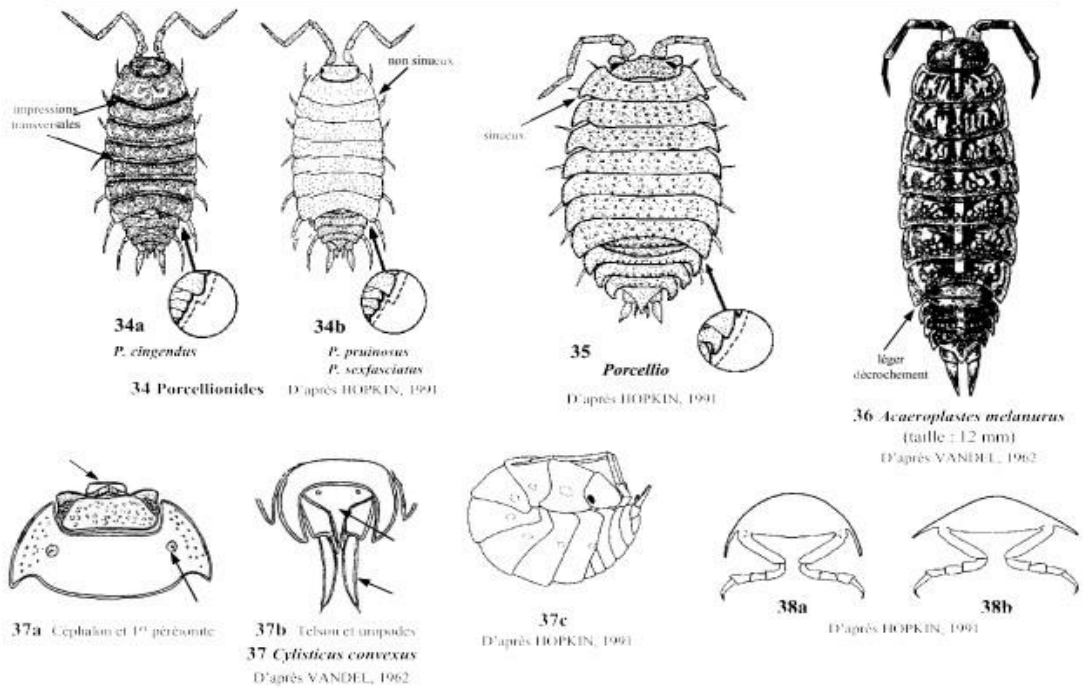
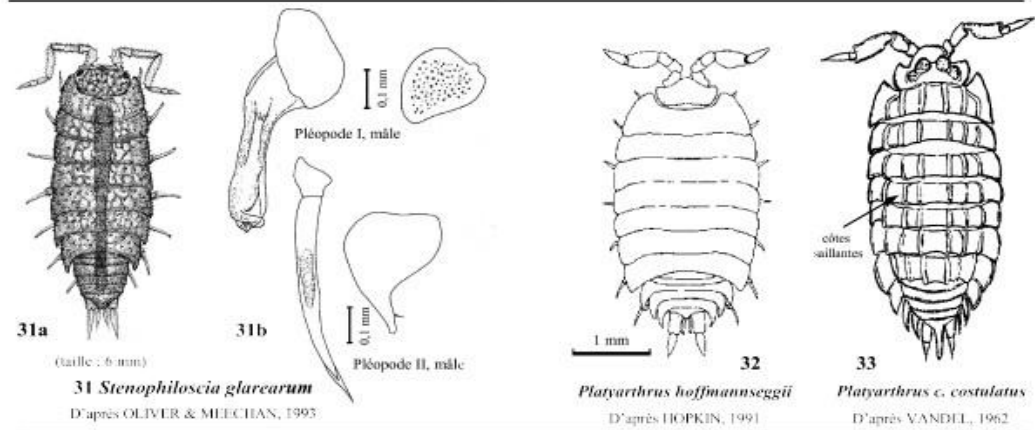
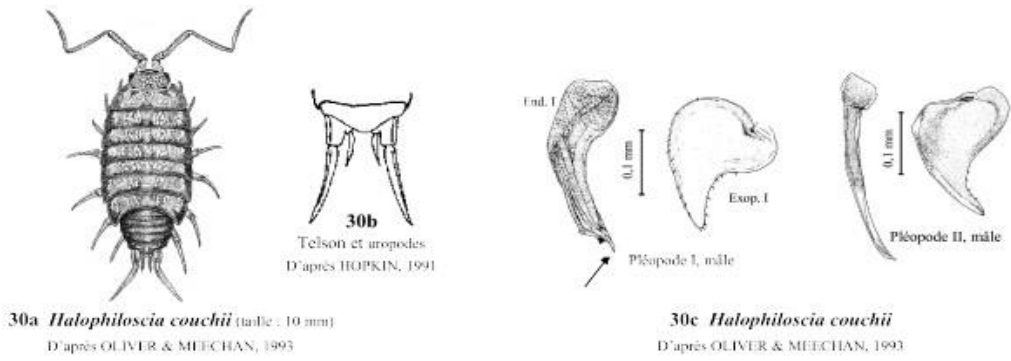
D'après VANDEL, 1962

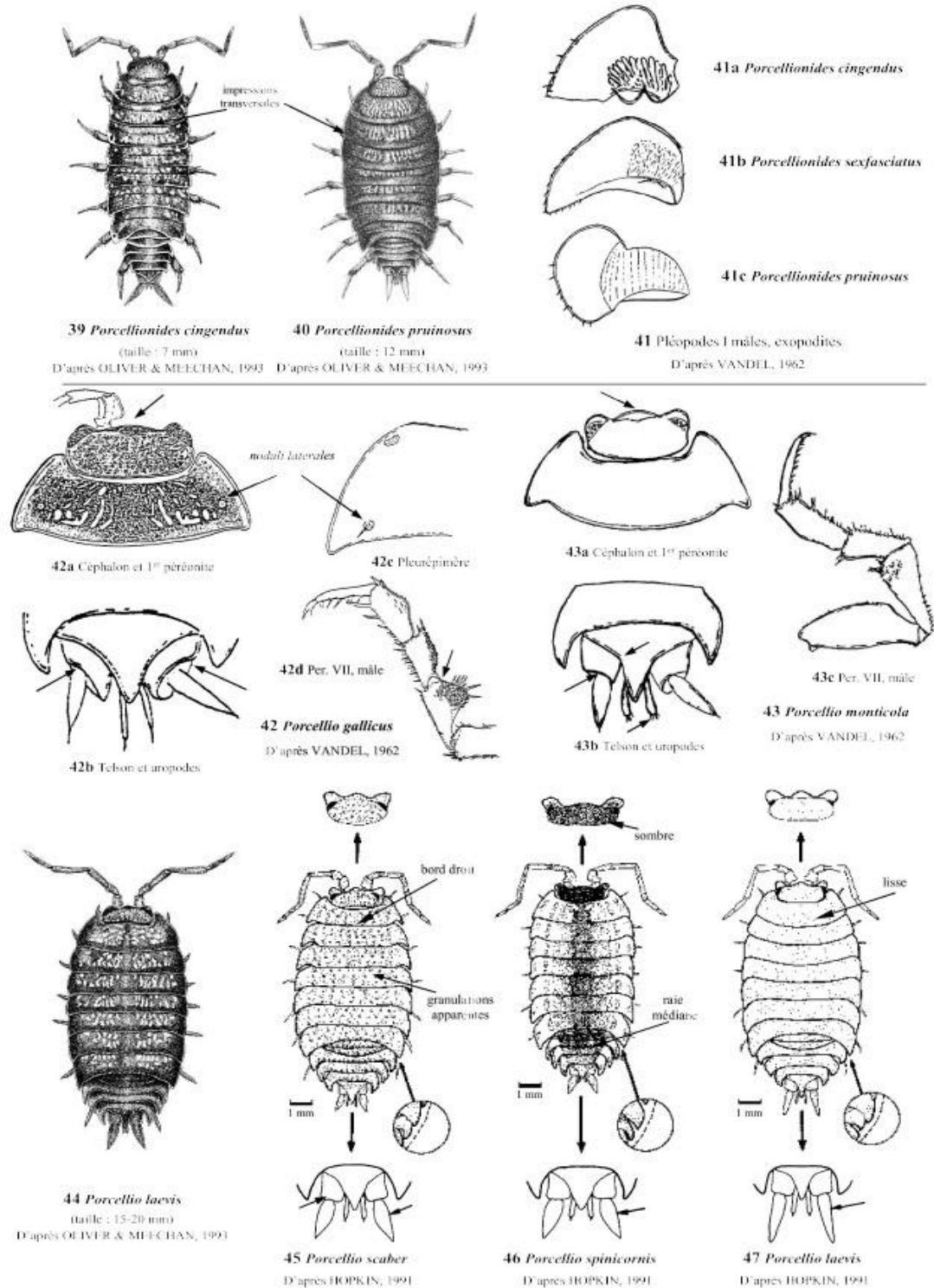


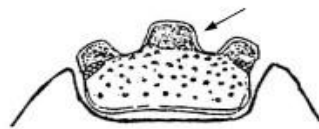
Pléopode I, mâle

29b *Chaetophiloscia cellaria*

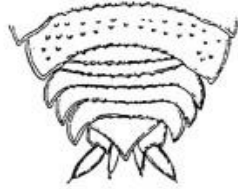
D'après VANDEL, 1962







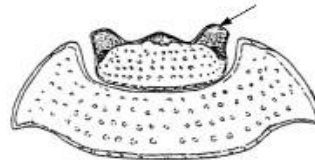
48a Céphalon



48b Pleon et telson

48 *Porcellio lamellatus*

D'après VANDEL, 1962



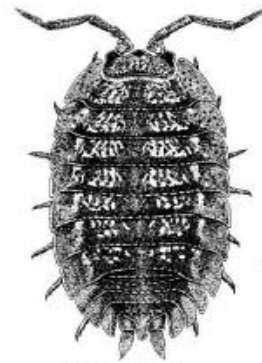
49a Céphalon et 1er périonite

D'après VANDEL, 1962



49b Telson et uropodes

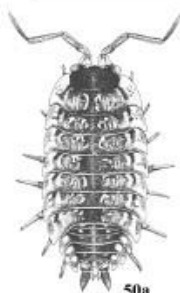
D'après VANDEL, 1962



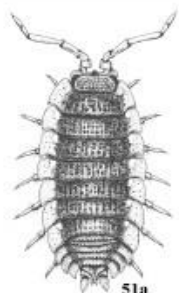
49c *Porcellio dilatatus*

(taille : 15 mm)

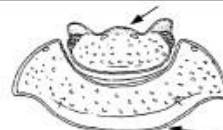
D'après OLIVER & MEECHAN, 1993



50a

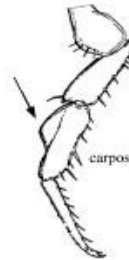


51a



52b Céphalon et 1er périonite

D'après VANDEL, 1962



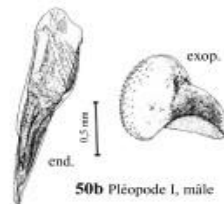
52d Per. VII, mâle

D'après VANDEL, 1962

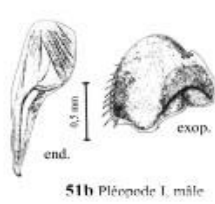


52e Telson et uropodes

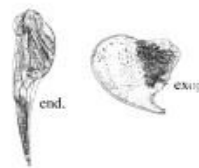
D'après VANDEL, 1962



50b Pléopode I, mâle



51b Pléopode I, mâle



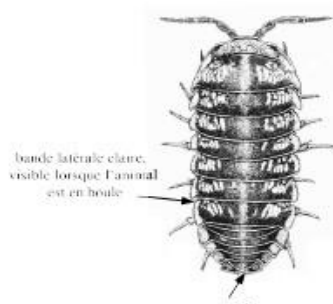
52e Pléopode I, mâle

D'après OLIVER & MEECHAN, 1993



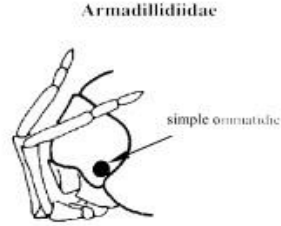
52a *Trachelipus rathkii*

D'après OLIVER & MEECHAN, 1993



53a

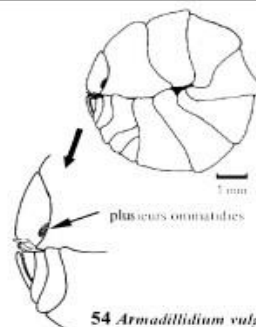
D'après OLIVER & MEECHAN, 1993



53b

D'après BOPKIN, 1991

53 *Eluma caelatum*



54 *Armadillidium vulgare*

D'après BOPKIN, 1991

Armadillidiidae

Genre *Armadillidium*

Forme du corps
(vue de côté)

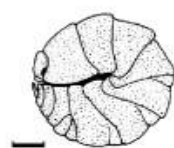
Céphalon
(vue de face)

Uropodes & telson

Per. VII (mâle)

55 *A. vulgare*

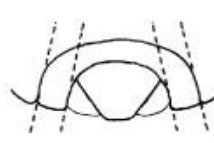
D'après HOPKIN, 1991



1 mm



b



c



d

56 *A. album*

D'après HOPKIN, 1991



1 mm



b



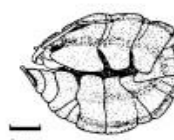
c



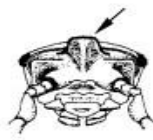
d

57 *A. nasatum*

D'après HOPKIN, 1991



1 mm



b



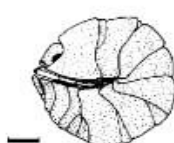
c



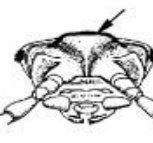
d

58 *A. depressum*

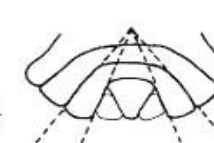
D'après HOPKIN, 1991



1 mm



b



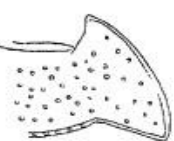
c



d

59 *A. granulatum*

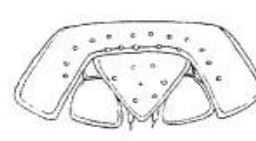
D'après VANDEL, 1962



a 1^{re} Périonite



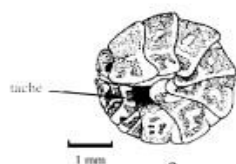
b Céphalon



c Uropodes & telson

60 *A. pictum*

D'après HOPKIN, 1991

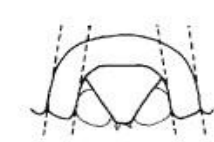


tache

1 mm



b



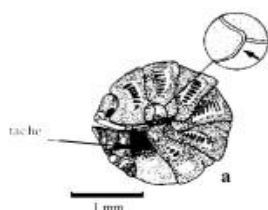
c



d

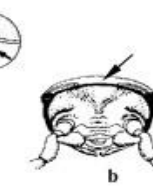
61 *A. pulchellum*

D'après HOPKIN, 1991

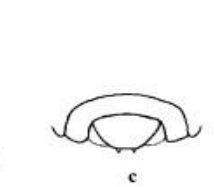


tache

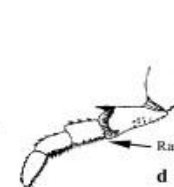
1 mm



b



c



d

Rangée de soies