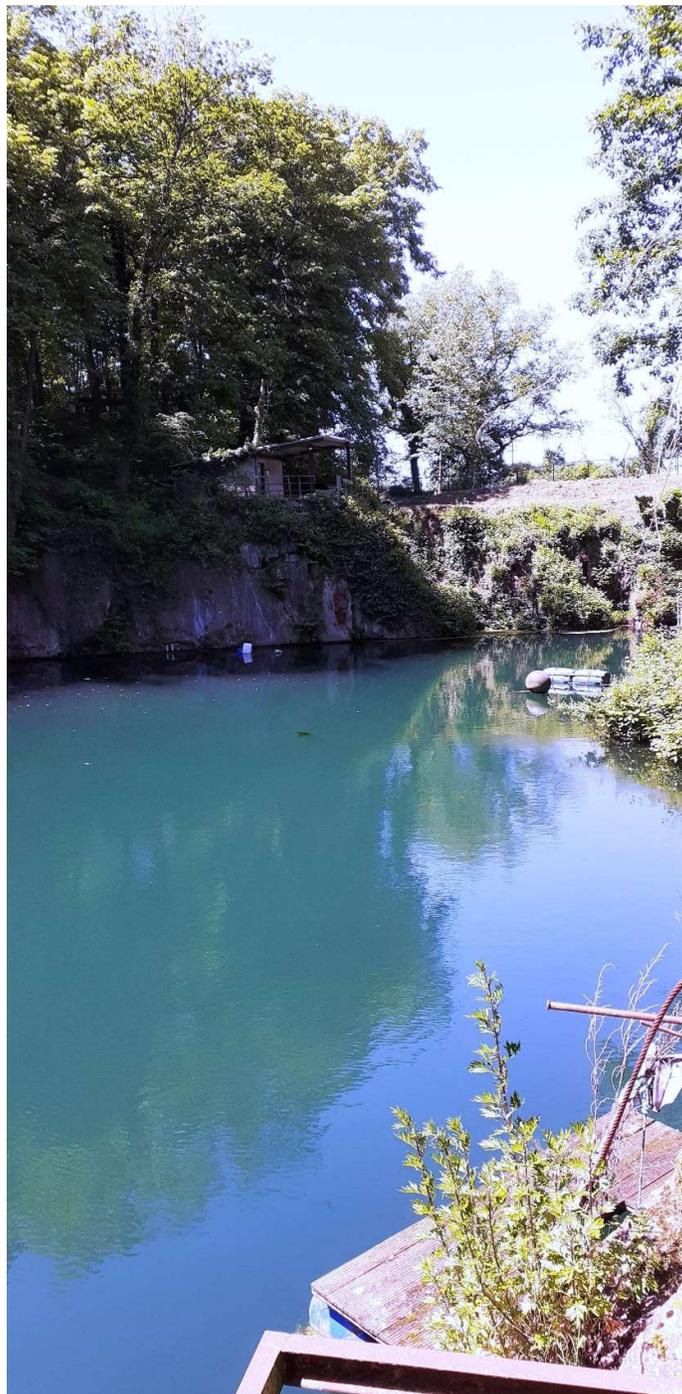


# CARACTERISATION BIOLOGIQUE DU PLAN D'EAU DE L'ANCIENNE CARRIERE DU TRAGNEAU - VILLERS DEUX EGLISES

Alain Genicq - 2024



# CARACTERISATION BIOLOGIQUE DU PLAN D'EAU DE L'ANCIENNE CARRIERE DU TRAGNEAU - VILLERS DEUX EGLISES

Alain Genicq - 2024

## Introduction

Définition des objectifs .	1
1. Cadre des références.	2
1.1 Evaluation de la qualité écologique des eaux.	
1.1.1 Etat trophique d'un plan d'eau.	
1.1.2 Etat écologique d'un plan d'eau.	
1.1.3 Etat de vieillissement d'un plan d'eau.	
1.1.4 Application de l'indice biologique diatomées. (IBD)	
2. Méthode de prélèvement des échantillons d'analyse.	5
3. Caractérisation du plan d'eau évalué.	5
3.1 Positionnement hydrogéologique.	
3.2 Provenance des eaux du bassin.	
3.3 Environnement biologique du plan d'eau et conséquences.	
4. Prélèvements, mesures et analyses des paramètres.	7
4.1 Stations de prélèvement et périodicité des prélèvements.	
4.2 Paramètres physico-chimiques.	
4.3 Analyses du plancton prélevé.	
4.3.1 Phytoplancton.	
4.3.2 Zooplancton.	
5. Bloom saisonnier.	10
5.1 Prolifération des microalgues.	
5.2 Régulation de la biomasse.	
5.3 Le phénomène de floculation ou neige aquatique.	
5.4 Rôle du zooplancton dans cet effet « neige »	
6. Interprétation des résultats.	12
7. Notes complémentaires.	13
8. Bibliographie et références.	16

## Introduction - Définition des objectifs

Cette évaluation a été mise place afin de caractériser au mieux la qualité biologique globale du site de plongée sous-marine de l'ancienne carrière de Villers Deux Eglises. ( **V2E** ) dans le but de d'améliorer et de conserver le fonctionnement du plan d'eau.

Les plans d'eau sont des écosystèmes à part entière avec un mode de fonctionnement particulier et fragile. Les grands axes du fonctionnement biologique sont identiques pour tous, mais chaque plan d'eau a ses particularités qui lui confèrent son unicité.

Pourquoi y a-t-il un bloom saisonnier ? Pourquoi la visibilité varie-t-elle si rapidement ?

Qu'elle est cette matière en suspension ? Pourquoi ici et pas ailleurs ? Etc....

Entre tous les organismes constituant la biocénose, la relation importante est l'alimentation. Une chaîne complexe appelée « réseau trophique » s'établit afin d'assurer la transformation de la matière minérale et organique, nutriments des consommateurs primaires.

La biocénose du lieu étant très importante, **seule la partie planctonique comprise entre le nanoplancton ( 2- 20 µm ) et le mésoplancton ( 0.2 – 20 mm ) a été retenue** pour cette caractérisation.

Les critères choisis l'ont été en conformité avec les diverses normes environnementales en matière de gestion des eaux. Certains ont été volontairement ignorés du fait de la spécificité de l'utilisation du plan d'eau.

Alain Genicq

## 1. Cadre des références

### 1.1 Evaluation de la qualité écologique d'un plan d'eau.

#### 1.1.1 Etat trophique d'un plan d'eau.

L'indice d'état trophique représente le niveau de l'occupation en nutriments d'un milieu et se définit par plusieurs degrés. L'un des principaux indicateurs du vieillissement et de la dégradation d'un plan d'eau est l'augmentation de son degré trophique jusqu'à l'hypereutrophie. Stade auquel plus aucune vie n'est possible dans le plan d'eau.

Catégorie / Paramètres	P total µg/L	Chlorophylle a Moyenne µg/L	Secchi Moyenne ( en m )
Ultra-oligotrophe	< 4	< 1	>12
Oligotrophe	< 10	< 2.5	>6
Mésotrophe	10 - 35	2.5 - 8	6 - 3
Eutrophe	35 – 100	8 - 25	3.5 – 1.5
Hypereutrophe	>100	>25	<1.5

(Source : hal-01572432)

La transparence de l'eau indique à la fois la biomasse planctonique et la teneur en matières en suspension. Elle est évaluée par la profondeur de disparition du disque de Secchi.

#### 1.1.2 Etat écologique d'un plan d'eau.

Pour permettre d'évaluer l'état écologique d'un plan d'eau chacun des éléments suivants doit être déterminé : les qualités physico-chimique, biologique et hydromorphologique.

Les qualités physico-chimiques retenues conditionnant les éléments biologiques sont :

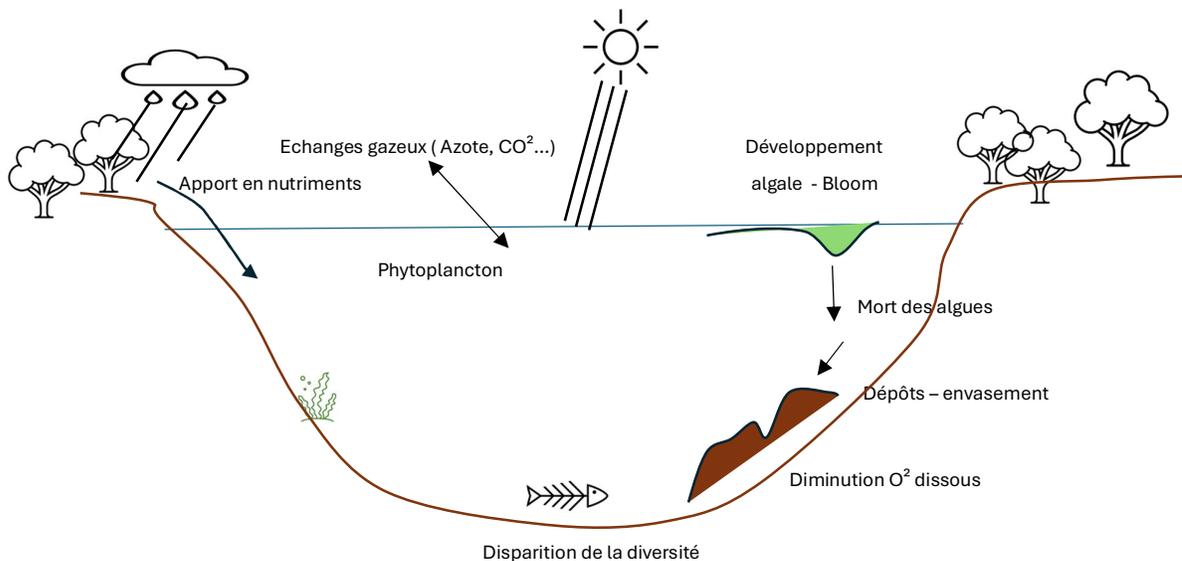
- La température, le Ph, la dureté carbonatée et la dureté totale, la concentration en oxygène, la concentration en nutriments ( la chaine de l'azote et des matières phosphorées)

En ce qui concerne les éléments biologiques, ils sont établis en prenant en compte :

- La composition et l'abondance de la biomasse phytoplanctonique.
- La composition et l'abondance des macrophytes ( végétaux supérieurs et algues filamenteuses visibles à l'œil nu).
- La diversité et l'abondance des différentes familles de zooplancton.

### 1.1.3 Etat de vieillissement d'un plan d'eau.

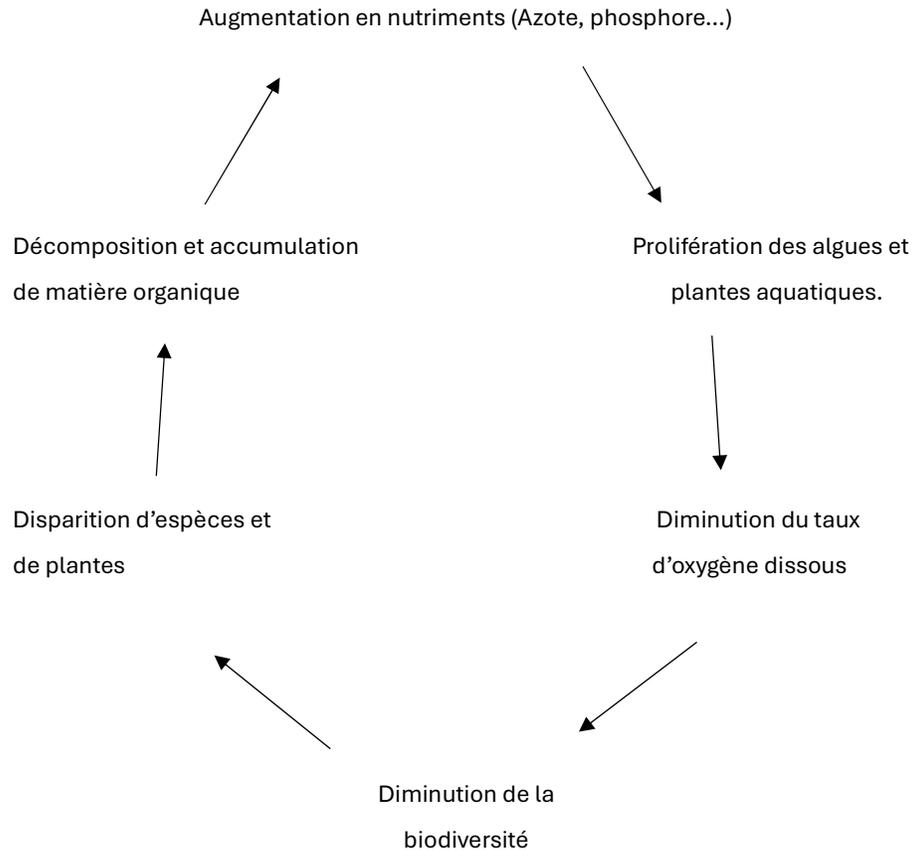
Le vieillissement d'un plan d'eau est un phénomène naturel d'eutrophisation. C'est-à-dire une augmentation de la biomasse (phytoplancton, algues, plantes) telle que le cycle naturel de la dégradation de l'apport en nutriments est interrompu. L'espace disponible dans l'eau se densifie et se comble petit à petit.



Ce cycle naturel de la vie d'un plan d'eau prend plusieurs centaines d'années. Mais il peut être perturbé par divers facteurs générant un apport excessif en nutriments.

- Le plus connu est l'activité humaine (urbanisation, activités agricoles).
- Environnement du plan d'eau (présence importante de végétation).
- Décomposition en surface et dans l'eau de matières organiques.
- Etc ...

Le phénomène d'eutrophisation peut se résumer par le schéma suivant.



#### 1.1.4 Application de l'indice biologique diatomées

L'application de cet indice se révèle pertinent dans la cadre de l'analyse réalisée. Les diatomées sont des algues à squelette externe composé de silice. Elle vivent en pleine eau et également sur le substrat, soit en cellules indépendantes, soit regroupées.

Leur sensibilité au milieu en fait des indicateurs tout désigné pour évaluer les qualités physiques et chimiques du milieu étudié.

Les différentes espèces ne sont présentent qu'en fonction de la qualité de l'eau dans laquelle elles se développent.

L'indice utilisé ( IBD – AFNOR – T90-354) a défini cinq classes de qualité globale d'eau. Mauvaise, médiocre, passable, bonne et excellente.

## 2. Méthode de prélèvement des échantillons d'analyse.

Pour garantir la fiabilité des résultats obtenus il était nécessaire de normer le prélèvement des échantillons.

Trois stations de prélèvement ont été définies :

- 1 échantillonnage entre 0 et 1m de profondeur.
- 2 échantillonnage entre 0 et 10m de profondeur.
- 3 échantillonnage entre 0 et 26m de profondeur.

Avec pour les stations 2 et 3 un échantillonnage de la colonne entière et pour la station 1 un brassage et une récolte du périphyton.

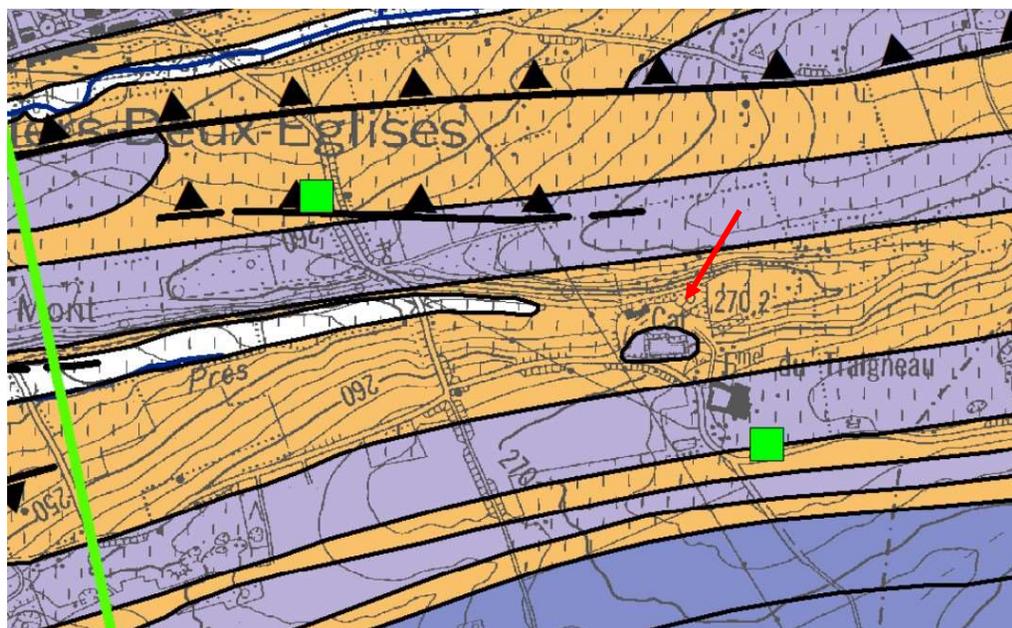
L'échantillonnage est réalisé à l'aide de bouteilles de prélèvement d'une capacité de 500 ml munies d'un filet à plancton ayant un écart de mailles de 5  $\mu$ m.

Le transport des échantillons est effectué dans des conteneurs réfrigérés et stocké dans un frigo à 4° C.

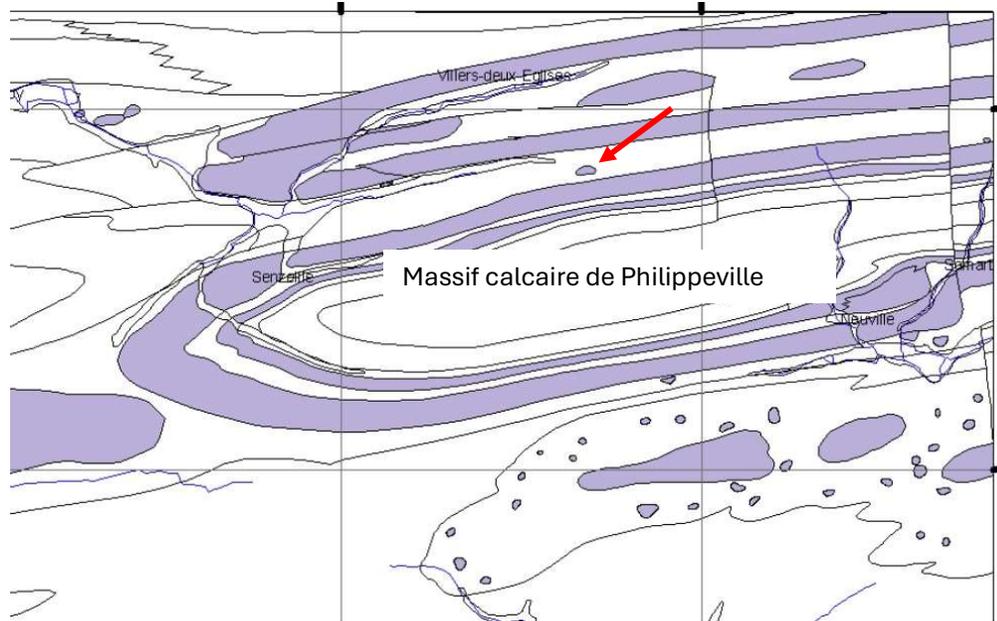
Les analyses physico-chimiques sont pratiquées dans les plus brefs délais afin d'éviter des modifications significatives de certains paramètres.

## 3. Caractérisation du plan d'eau évalué.

### 3.1 Positionnement hydrogéologique de la carrière.



Source SPW service hydrologique



Source SPW service hydrologique

### 3.2 Provenance des eaux du bassin

L'alimentation principale se fait par l'émergence de la nape phréatique à une profondeur de 26 mètres dans la partie Sud-Est de la carrière. Le complément est constitué par le ruissellement des eaux de pluie sur les pentes boisées bordant les parois.

### 3.3 Environnement Ecologique du plan d'eau et conséquences.

La carrière est bordée d'une ceinture boisée d'environ 30m à 100m de large en fonction des endroits et la présence de végétation est très importante autour du plan d'eau. Au-delà, ce sont des terres agricoles en exploitation.

Le bassin est positionné à environ 20 mètres en contrebas du plateau constitué par les terres agricoles.

Les parties boisées et végétales constituent un apport important en nutriments pour le plan d'eau de par un ruissellement important des eaux pluviales.

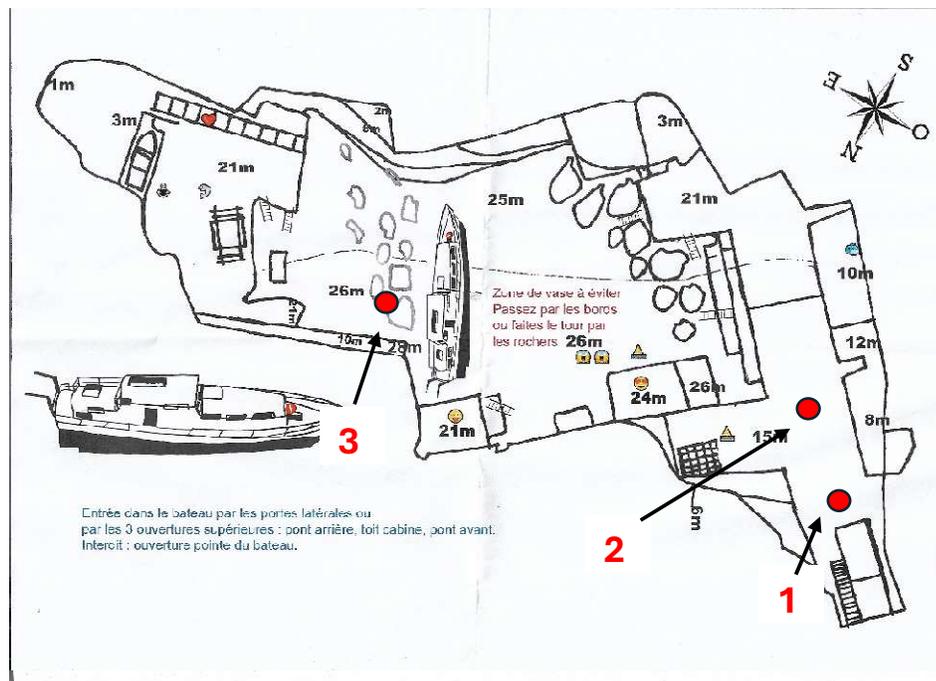
- Dérivés azotés, carbone et silice dissous dans l'humus
- Phytolithes se trouvant dans les racines et les feuilles des plantes
- Décomposition des diverses parties des végétaux tombés dans l'eau et productrice importante de nitrate.

Viennent s'ajouter à cela les différents cycles d'échanges gazeux (Azote, CO<sub>2</sub>, Phosphore, etc.) entre la surface de l'eau et l'atmosphère.

#### 4. Prélèvements, mesures et analyse des paramètres.

##### 4.1 Stations de prélèvement et périodicité.

Trois zones représentant la morphologie générale du plan d'eau ont été choisies pour réaliser les prélèvements. Ceux-ci sont effectués un fois par mois au minimum et tous les quinze jours lors de changements importants des paramètres.



1 : de 0 à 1m    2 : de 0 à 15m    3 : de 0 à 26m

#### 4.2 Paramètres physico-chimiques.

Moyenne du résultat des prélèvements effectués pendant une année :

Mesures	Ref	Moyenne
t (°C)	4 à 30	10,71
Ph	7,5 à 8,5	7,57
Dureté totale GH (°dGH)	8 à 30	16,50
Amonium NH <sub>4</sub> mg/L	< à 0,1	<0,05
Nitrite NO <sub>2</sub> mg/L	< à 0,1	<0,05
Nitrate NO <sub>3</sub> mg/L	< à 30	8,57
Phosphate PO <sub>4</sub> mg/L	< à 0,1	<0,02
O <sub>2</sub> mg/L	6 à 13	9,79
SiO <sub>2</sub> mg/L	1,20	2,15
Evaluation biomasse	Secchi moyen (Prof en m )	5
Zone euphotique	1% de la luminosité (Prof en mètre)	13,92
Récolte de plancton	Cf analyses au labo	
CO <sub>2</sub> mg/L		14,00
°KH (dureté carbonatée)		14,00

#### 4.3 Analyses du plancton prélevé.

##### 4.3.1 Phytoplancton (Biomasse algale)

Plusieurs espèces des genres repris dans ce tableau ont pu être identifiées. Le recensement et l'identification d'autres genres et espèces est toujours en cours.

Asterionella sp	<i>Chlorella vulgaris</i>	Cyclotella sp	Fragilaria sp
Achnantes sp	Cocconeis sp	Cymatopleura sp	Gomphonema sp
Aulacoseira sp	Coelastrum sp	Euglena sp	Microsystis sp
Cladophora sp	<i>Crucigenia tetrapieda</i>	Eudorina sp	Melosira sp

Mogeota sp	Pinnularia sp	Spirogyre sp	Zygnema sp
Navicula sp	Stephanodiscus sp	Synedra sp	<i>Gomphonéma acuminatum</i>

Nom + sp = genre contenant plusieurs espèces observées.

##### 4.3.2 Zooplancton

Les genres constituant le zooplancton indentifié jusqu'à ce jour sont répertoriés dans le tableau ci-dessous.

<b>Crustacés</b>	Aselle	<b>Rotifères</b>	Différentes espèces
	Copépode		
	Daphnie	<b>Vers plats</b>	Dugesia gonocephala
	Gammare		Planaire lactée
<b>Cillés</b>	Tetrahymena thermophila		
	Paramecium sp		
	Ciliophora sp		

Inventaire non exhaustif.

## 5. « Bloom saisonnier »

Cette expression désigne la diminution passagère plus ou moins importante de la visibilité au printemps et parfois au début de l'automne. Cette augmentation de la biomasse est due, principalement, à la prolifération rapide des microalgues et du zooplancton.

### 5.1 Prolifération des microalgues.

Sans entrer dans la description fastidieuse des réactions chimiques qui entrent en jeu, la prolifération peut être résumée de la manière suivante : Lorsque la température et la luminosité diminue en automne, une partie importante des algues Bacillariophycées (Diatomées ) présentes sédimentent tout en restant vivantes. L'augmentation du temps disponible de luminosité et l'élévation de la température de 2 ou 3 degrés de la masse aquatique sont suffisant pour démarrer la production des microalgues. Leur croissance et taux de reproduction sont extrêmement rapide. De l'ordre de 20 minutes pour certaines espèces.

Le volume de cette biomasse algale est fonction de la quantité de nutriments disponibles. Tant que du CO<sub>2</sub> et les oligoéléments nécessaires sont disponibles, les dérivés azotés dissous (et d'autres nutriments) accélèrent fortement la croissance des algues. La vie de chaque algue étant de courte durée, la quantité de matière morte croît également rapidement. Le phénomène est si brutal que le zooplancton n'a pas le temps de se développer assez rapidement et de consommer assez d'algues vivantes.

### 5.2 Régulation de la biomasse.

La régulation de la biomasse se fait à plusieurs stades.

- La consommation d'une partie des nutriments nécessaires au développement du phytoplancton. Certaines bactéries et algues consomment les dérivés azotés dissous dans l'eau.
- Le zooplancton est consommateur d'algues par broutage et les unicellulaires cillés ont, en plus, une activité nécrophages .
- Par tous les organismes filtreurs
- Par la diminution de l'apport naturel en oligoéléments.
- La diminution de la disponibilité lumineuse.

### 5.3 Le phénomène de la floculation ou neige aquatique.

La matière organique particulaire en suspension dans l'eau subit une lente sédimentation vers le fond et lui a valu le nom de neige aquatique.

Cette matière particulaire a une origine très variée. Elle est générée par la destruction et fragmentation des proies avant leur ingestion par les prédateurs ou les filtreurs zooplanctoniques, par le broutage, par la mort ou la lyse cellulaire, par l'excrétion de pelotes fécales, par la production d'exuvies des crustacés zooplanctoniques.



La sécrétion de mucilage polysaccharide par certaines bactéries et le phytoplancton favorise l'agrégation en pelote de taille diverse de cette matière particulaire morte.

Dans les observations réalisées, il est constaté d'assez nombreux agrégats de mucilage contenant des frustules ou partie de frustule de diatomées et autres matériaux organiques (exuvie et partie de) issus du plancton. Les pelotes de déjections des divers poissons ont été décomposées et de nombreux fragments de diatomées y sont retrouvés.

La période de reproduction des insectes jouent également un rôle. La majorité des larves se développent dans un fourreau constitué de soie, mucilage et agrégat divers.

### 5.4 Rôle du zooplancton dans cet effet « neige »

Comme tous les organismes, le zooplancton a développé une stratégie de survie pour échapper aux prédateurs.

Cette technique consiste en une migration bijournalière entre la partie sombre (aphotique) et la partie lumineuse du plan d'eau.

Cette migration dite « nyctémérale » est maximum dans les deux heures précédant le lever (migration vers le bas) et le coucher (migration vers le haut) du jour.

Le phénomène de floculation ajouté à la migration et à l'importance de la masse de phytoplancton (la valeur de Secchi n'est que de 2,5 mètre au plus fort du « bloom ») sont responsables de l'opacification de l'eau en certaines périodes de l'année.

Dans le cas de la carrière de Villers Deux Eglises, la zone euphotique moyenne (pénétration de 1% de la luminosité) est située à moins 14 mètres ( voir 4.2 ci-dessus ). Ceci explique qu'en dessous de cette profondeur, la visibilité peut devenir problématique en pleine efflorescence.

## 6. Interprétation des résultats

Des analyses réalisées il ressort que le fonctionnement biologique est dans le standard de l'évolution de ce type de plan d'eau.

Lors des premières analyses réalisées en 2023 il est apparu une augmentation importante de la teneur en nitrate jusqu' à 25 ppm lors de la période estivale.

Augmentation due à la présence importante de matières organiques en décomposition à la surface et dans l'eau ( amas important de feuilles mortes et de branches ) venant s'ajouter au ruissellement des eaux du bassin versant boisé.

Une campagne de nettoyage consistant en l'enlèvement de la majeure partie des déchets organiques en surface ainsi que le déboisement des berges a été menée fin 2023.

Les premiers résultats se sont traduits par une stabilisation de la concentration en nitrate à 5 ppm tout au long du printemps 2024.

Il reste néanmoins une augmentation rapide et très importante de la biomasse en début de saison. Augmentation rendue possible par la présence , en suffisance, des nutriments nécessaires .

En fonction de ce qui a pu être observé, cette abondance de nutriments peut être due à l'importante masse végétale entourant le plan d'eau. Cette masse est un apport non négligeable en :

- Nitrate contenu dans les plantes aériennes constituant les berges ainsi que dans l'humus des sols.
- Apport important en silice végétale (phytolithe). Nutriments indispensables au développement de la majorité des genres d'algues recensées lors du bloom.
- Influence de la « neige » aquatique et par conséquent augmentation du dépôt organique générateur de dérivé azoté sous forme de  $\text{NH}_3$  organique.

L'évolution favorable, déjà entamée, des différents paramètres nécessite une poursuite de la maîtrise de l'apport en nutriments avec la régulation du développement végétal autour du plan d'eau.

La présence d'algues (*Chlorella* sp.) et de bactéries consommatrices de nitrate a été détectée (cf. note complémentaire). Un ajout (momentané ?) d'organismes filtreurs tels que la moule zébrée est envisageable. L'ajout de poissons ne paraît pas opportun car il augmenterait de manière non négligeable l'augmentation des déjections.

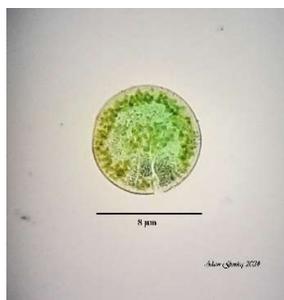
La densité du nanoplancton est très importante dans la partie du périphyton située à l'interface air-eau.

De tout ce qui précède l'état actuel du plan d'eau peut être qualifié de :

- Mésotrophe quant à la quantité de nourriture disponible pour les consommateurs secondaires. Ce qui représente une production de matière végétale et une quantité d'organismes vivants modérée selon la référence hal-01572432.
- Bonne quant aux qualités physico-chimiques qui ont permis de recenser certaines bacillariophycées ne pouvant survivre en présence de pollution. (Cf. IBD -T-90-354 et 1.1.4 ci-dessus)

Qualification applicable au plus fort de l'activité planctonique en 2024.

## 7. Notes complémentaires



*Chlorella vulgaris*

*Chlorella vulgaris* est une algue particulièrement efficace dans le processus d'une bioremédiation. Elle a la capacité de traiter plusieurs polluants tels que les nutriments inorganiques ( nitrate, nitrite, phosphate, urée) responsable du processus d'eutrophisation des plans d'eau s'ils ne sont pas traités. Elle joue un rôle majeur dans le cycle de l'azote.

Elle a été identifiée à la carrière de V2E, dans le périphyton, à une profondeur de  $\pm 10$  cm. Sa présence semble cependant faible eu égard à la quantité recensée.

Le cycle de l'azote est un cycle complexe.

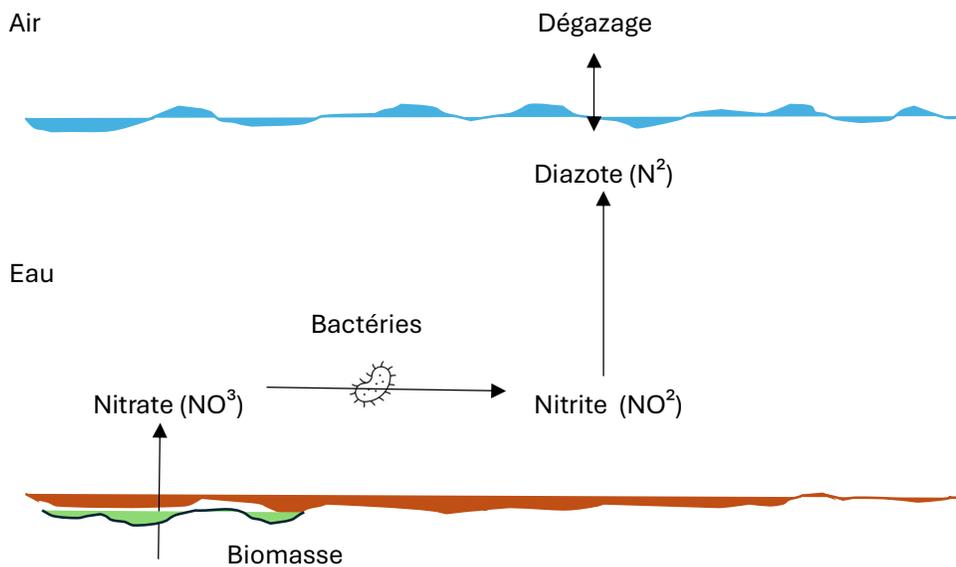
Deux processus de dénitrification sont possibles à partir de l'état le plus oxydé, le nitrate ( $\text{NO}^3$ ). Une forme dissimulatrice et une forme assimilatrice.

La première forme est dite « dissimulatrice » car aucun des produits formés n'est intégré dans la matière organique. Ils servent d'oxydant dans le métabolisme bactérien.

( Bactéries dénitrifiantes telles que Pseudomonas, Alcaligenes, Bacillus, etc )

Le réseau trophique planctonique bactérien est bien représenté dans la carrière de V2E.

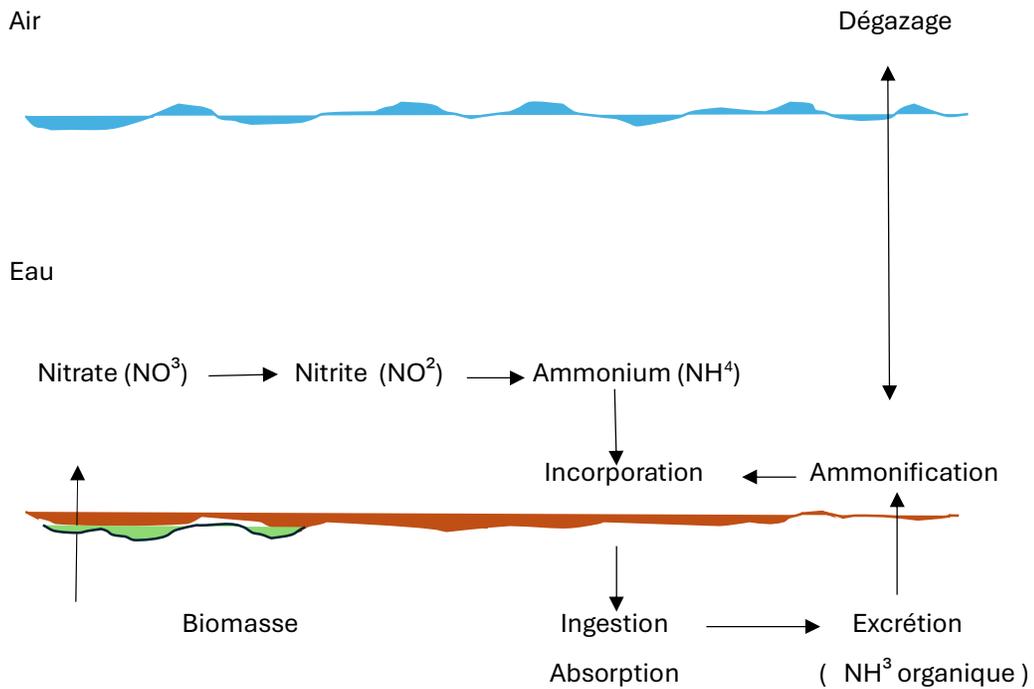
**Le première processus** de cette réduction produit du nitrite ( $\text{NO}^2$ ) puis des formes intermédiaires jusqu' au diazote ( $\text{N}^2$ ) transféré vers l'atmosphère par dégazage.



Les analyses physico-chimiques révèlent la présence d'ammonium et de nitrite à l'état de traces infimes. La déduction logique laisse supposer que c'est cette forme de dénitrification qui est prépondérante.

**Le deuxième processus** donne également du nitrite  $\text{NO}^2$  mais il est réduit ensuite en ammonium ( $\text{NH}^4$ ) et incorporé dans la matière organique.

Dans cette phase ce sont les représentants du phytoplancton et du zooplancton qui entrent en scène.



Les processus en œuvre dans le cycle de l'azote ne sont pas à sens unique. Sans rentrer dans des explications chimiques, il est intéressant de savoir qu'ils fonctionnent dans les deux sens. C'est-à-dire que, sous une certaine forme gazeuse, l'azote contenu dans l'atmosphère est transformé en nitrate et dissous dans le milieu aquatique.

Implication des organismes planctoniques dans le cycle de l'azote.

(Karl et Michaels, 2010)

Processus	Bactéries	Phytoplancton	Zooplancton
Nitrification	OUI	-	-
Fixation de l'azote	OUI	-	-
Réduction dissimilatrice	OUI	-	-
Réduction assimilatrice	OUI	OUI	-
Ammonification	OUI	OUI	OUI
Absorption, ingestion	OUI	OUI	OUI

## 8. Bibliographie

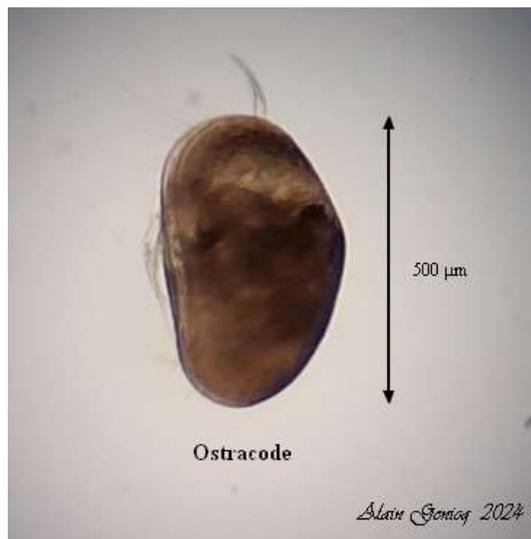
- Les Algues – André Iltis.
- Biochimie – Voet – Edit. Deboeck.
- Chimie organique – Pierre Krauz, Rachida Benhaddou, Robert Granet – Edit. Dunod.
- Les cyanobactéries – Raphaël Willame et Lucien Hoffmann – Centre de recherche Gabriel Lippmann – 2005.
- Développement du zooplancton – Jacques Mazza – Laboratoire de biologie – Faculté des sciences de Marseille.
- Etude du phytoplancton – Thèse de doctorat de Mme Amel Dhib – Université El Manar II Tunis - 2015
- Ecosystèmes aquatiques terrestres – Dr HDR Touatilad – Université de Constantine 2021.
- Ecosystèmes aquatiques – Christian Lévêque – Hachette 1996.
- Groupes morpho-fonctionnels du phytoplancton – Sonia Baillot – HAL 2013.
- Mémento de planctonologie marine – Jean Delbée – Edit. Quae.
- Mise en œuvre de l'Indice Biologique Diatomées – Guide méthodologique – NFT 90-354.
- Symbioses bactériennes chez les protistes cillés – Thèse de doctorat d'Adrien Grimomprez – Université des Antilles.
- Systématique des diatomées d'eau douce – A. Rumeau et M. Coste – 1988.

Quelques photos illustrant une toute petite partie du zooplancton contenu dans l'eau de la carrière.

Les individus représentés sont ceux qu'il est possible d'identifier au microscope optique. Leur taille varie de 5  $\mu\text{m}$  à 500  $\mu\text{m}$ .

Seul le nom de genre est donné. Les noms d'espèces sont tous latins et n'apporteraient rien de pertinent à l'illustration.

## Les crustacés microscopiques

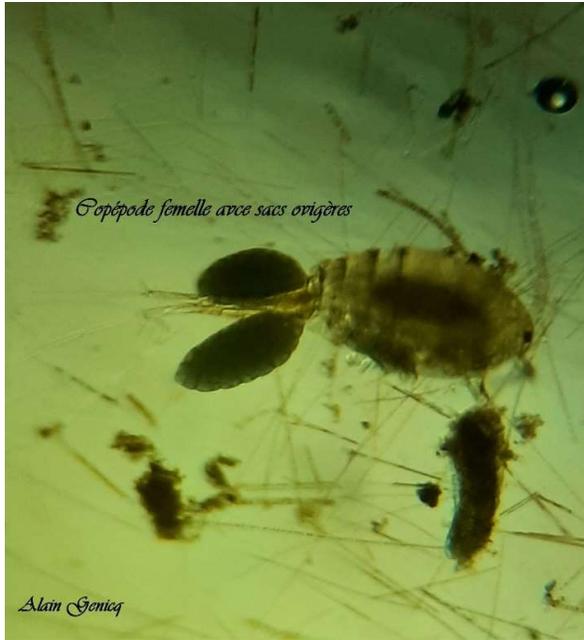


Un représentant des crustacés possédant une carapace bivalve. L'ostracode

Un copépode cyclope. Nommé ainsi à cause de son œil unique (le petit point noir)  
La finesse régulière et la longueur de ses « antennes » permet d'identifier un individu femelle dans cette espèce.

Taille de ce spécimen :  $\pm 300 \mu\text{m}$





Avec ses deux sacs remplis d'œufs.

Une autre espèce de copépode  
(« Antennes » plus courtes et plus épaisses)





Larve de copépode.  $\pm 80 \mu\text{m}$

Œufs

Daphnies. A remarquer la poche d'incubation contenant des œufs. Elle a la particularité de se reproduire principalement par parthénogénèse .

Les daphnies se multiplient de façon exponentielle au printemps.



*Alain Geniez*



Vue dorsale

Une autre espèce



## Les Rotifères

Environ 2 000 espèces dont les dimensions moyennes varient de 40 à 200  $\mu\text{m}$ . Leur corps est transparent. La coloration apparente est due à leur tube digestif.  
En voici cinq espèces différentes



La couronne de cils sert à la fois à créer un courant d'eau pour aspirer les particules de nourriture et d'appareil locomoteur.



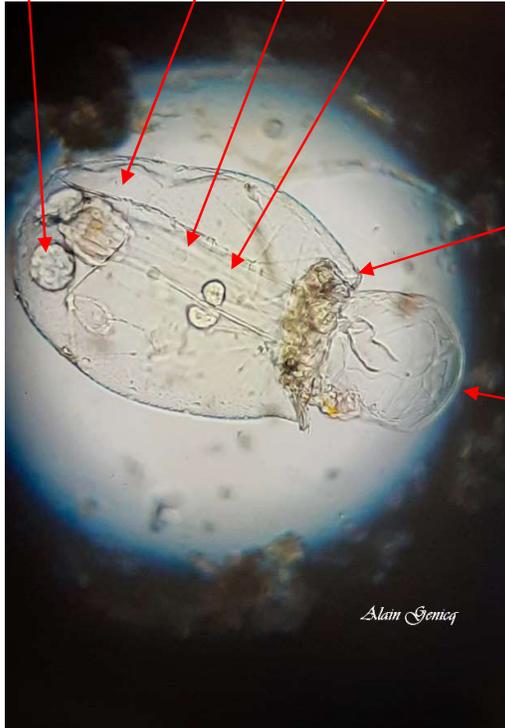
Sur cette espèce, les différents organes internes sont bien identifiables

Ovaire

Estomac

Intestin

Glandes digestives



Couronnes de cils et pièces masticatoires

Cette espèce possède la particularité d'être dotée d'un organe en forme de tube permettant de canaliser les particules vers la bouche.

Cet organe est rétractile.

Cette autre espèce possède une tête plus conique et s'approche d'une micro algue dont on distingue très bien les cellules.





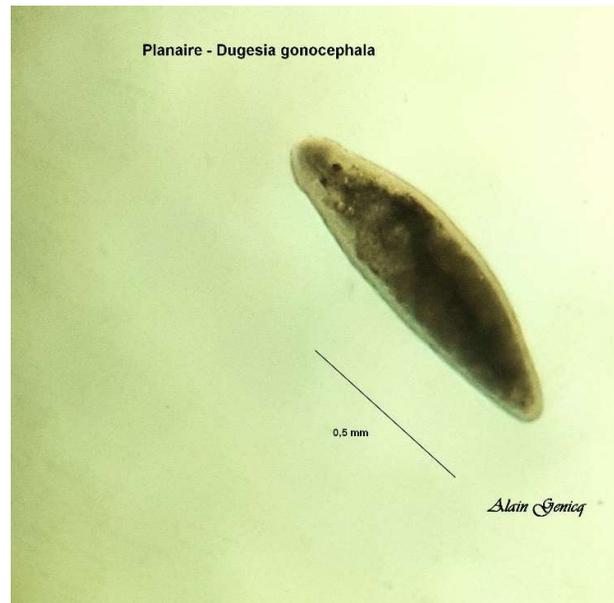
L'espèce la plus simple. Elle se déplace sur le substrat en l'arpentant. Identiquement comme la chenille géomètre.

Bouche



## Les vers plats - Plathelminthes

Des planaires lactées ont été également observés, en très petit nombre et bien dissimulés en très grandes profondeurs.



## Hydracariens

Plus de 400 espèces sont connues et difficiles à identifier entre elles.  
Voici un beau spécimen de  $\pm 400 \mu\text{m}$  et d'un très beau rouge transparent.



## Les cillés

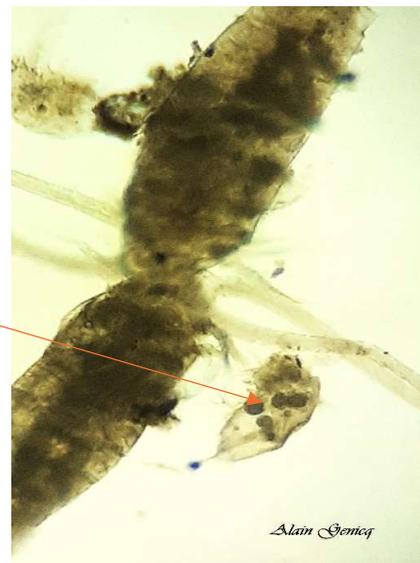
Petits animaux unicellulaires dont la taille dépasse rarement 100  $\mu\text{m}$ . Bactériophages et nécrophages ils ont toutes les qualités pour participer à la dégradation des nutriments.

Leur nombre est parfois tel qu'ils peuvent former, à la surface de l'eau, un film irisé ressemblant à une nape d'hydrocarbure !



Les cils entourant la cellule ainsi que les organites internes sont parfaitement visible. Taille du spécimen : 20  $\mu\text{m}$

Dans leur fonction de nécrophage à l'intérieur d'un rotifère et de copépodes.



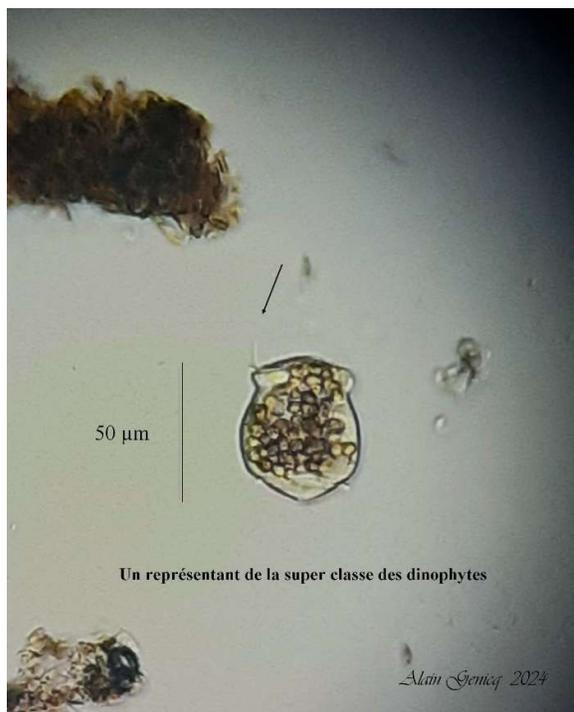


La traditionnelle paramécie

## Les inclassables

Plus les observations se précisent et moins certains spécimens deviennent classables. A l'heure actuelle la frontière entre le monde animal et le monde végétale est très floue.

Les différentes fonctions métaboliques de certains unicellulaires sont ambiguës, pratiquant à la fois photosynthèse et l'ingestion de particules nutritives.



Cette cellule se déplace. Elle a un noyau. Un flagelle peu visible. Des organites spécialisés dans la photosynthèse.

Et ce n'est pas un protozoaire.



Et cette dernière possède une couronne de cils.

Protozoaire ? Protophyte ? Il faut encore chercher.....