



INGENIERIE DE L'EAU

# LES NUTRIMENTS ET LEURS ÉLIMINATION: **AZOTE, PHOSPHORE** ET **GERMES PATHOGÈNES**

LAGUNAGE NATUREL PARTIE II



# LAGUNAGE NATUREL

## INTRODUCTION

- Son efficacité pour l'élimination des germes pathogènes,
- Sa simplicité d'exploitation
- Sa bonne intégration dans le milieu naturel et rural

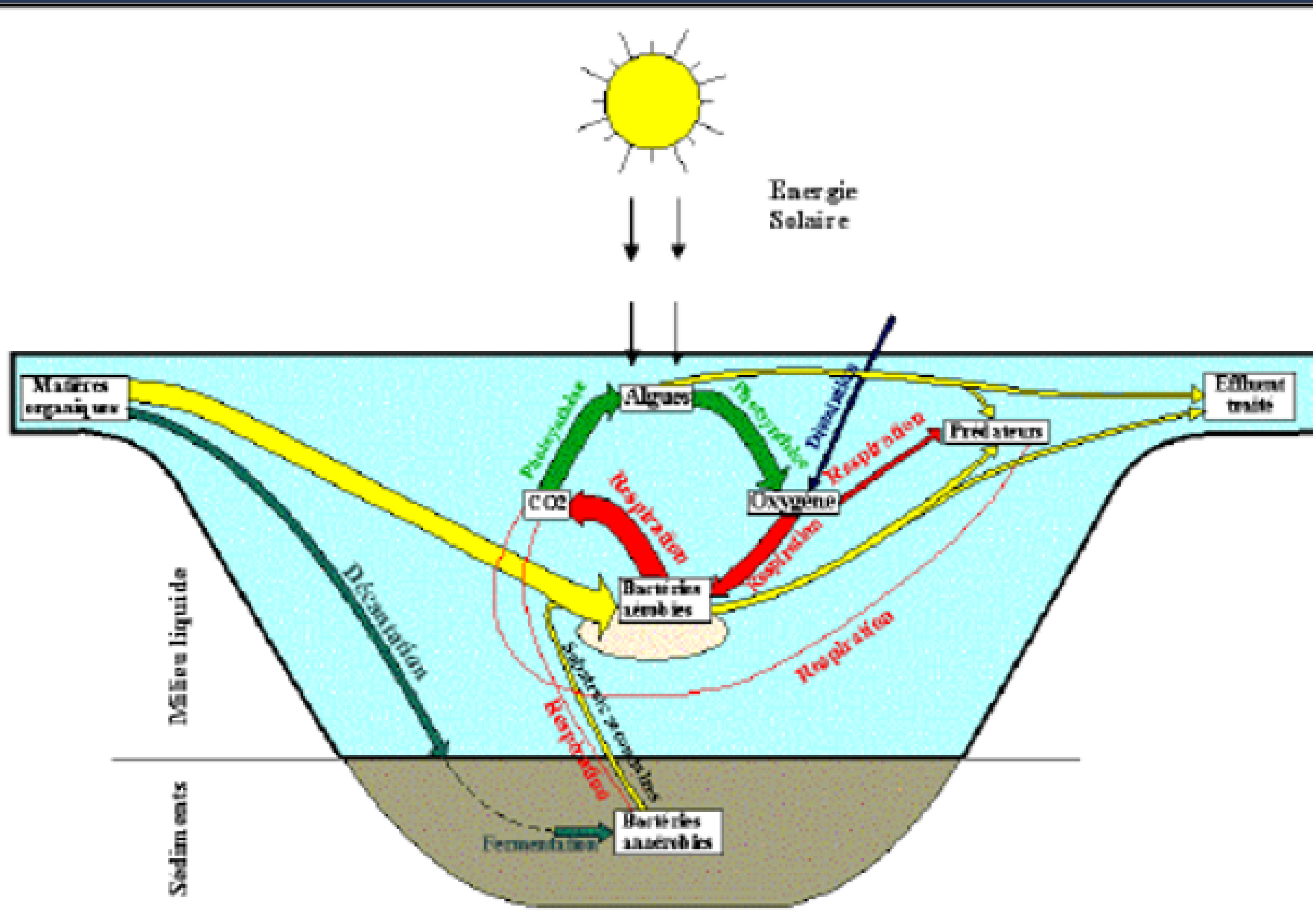
# MÉCANISMES EN JEU DANS LES BASSINS DE LAGUNAGE NATUREL

## PRINCIPE DE L'ÉPURATION BIOLOGIQUE PAR LAGUNAGE NATUREL

L'épuration est assurée grâce au développement d'une culture bactérienne en suspension et à un long temps de séjour

Le mécanisme de base sur lequel repose le lagunage naturel est la photosynthèse

La tranche d'eau supérieure des bassins est exposée à la lumière. Ceci permet le développement d'algues qui produisent de l'oxygène nécessaire au développement et au maintien des bactéries aérobies.

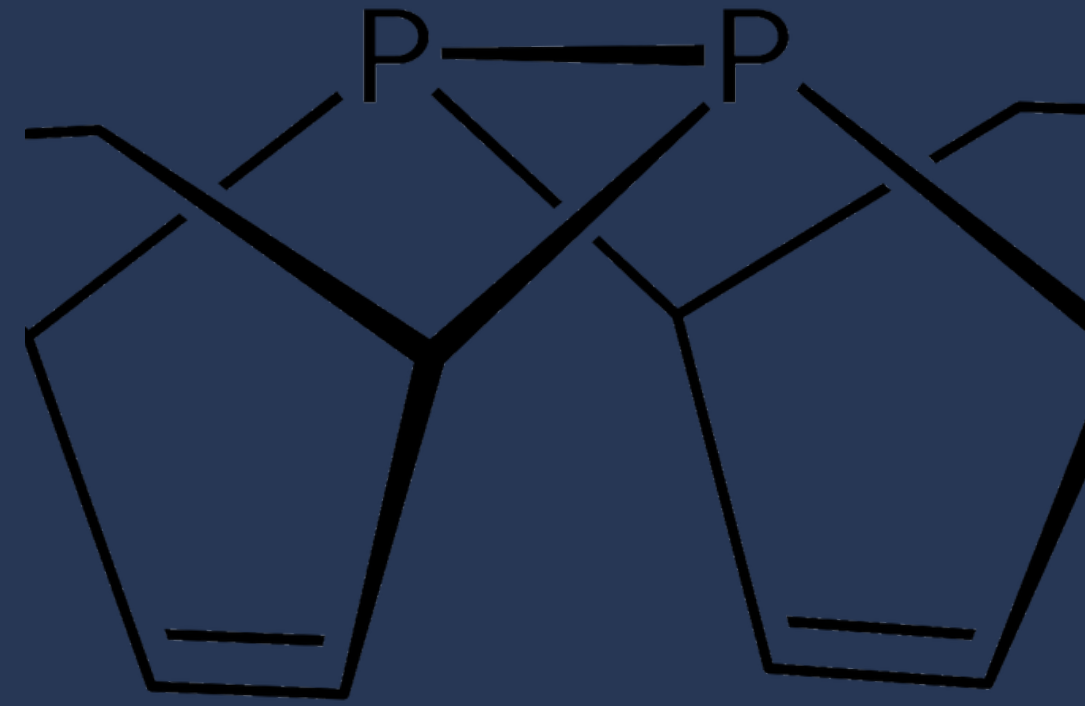


## FRACTIONS DE L'AZOTE EN ENTRÉE DE STATION



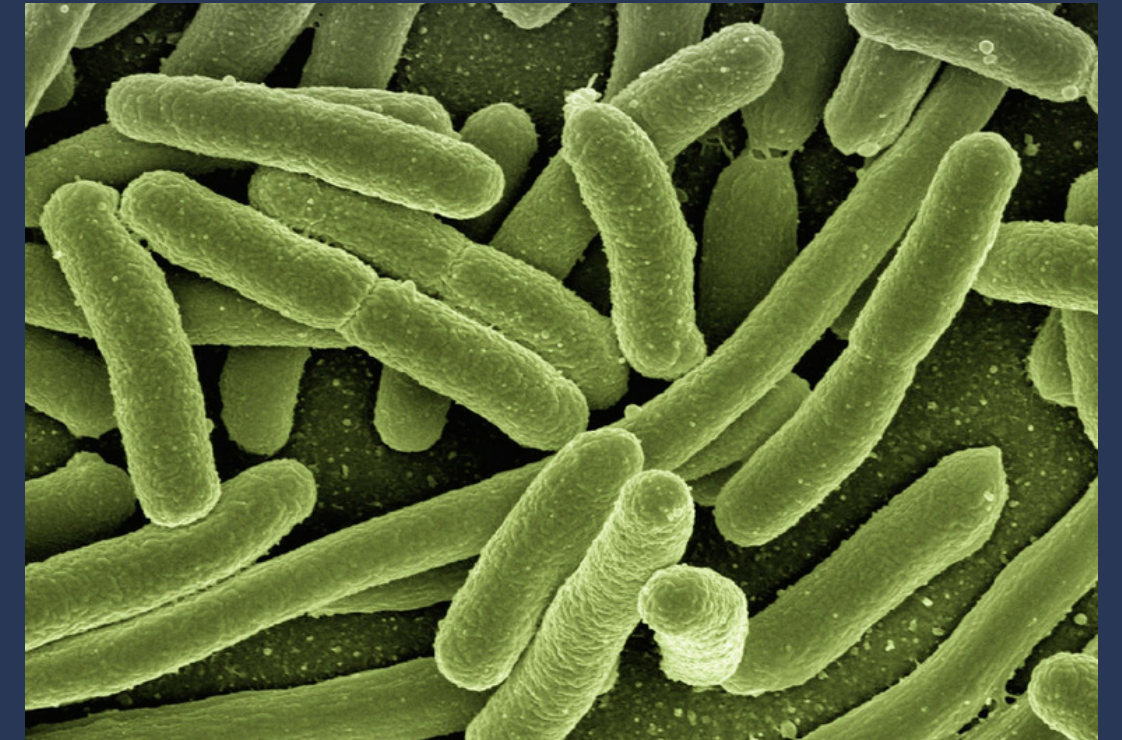
## AZOTE

L'azote entre dans le système principalement sous forme de NH<sub>4</sub> et d'Azote organique



## PHOSPHORE

L'apport du phosphore dans les bassins se fait sous formes dissoute P<sub>04</sub> et organique liée aux sédiments



## PATHOGÈNES

Les meilleurs indicateurs en matière de pollution microbienne sont les germes de contamination fécale abondants et faciles à analyser.

# LES NUTRIMENTS & L'ÉLIMINATION?



# L'Azote

L'azote entre dans le système  
principalement sous forme de  $\text{NH}_4$  et  
d'Azote organique.





# L'Azote

- Nitrites et nitrates: l'azote oxydés
- les formes non oxydées: l'azote Kjeldhal comprenant l'azote organique et l'azote ammoniacal ( $\text{NH}_4^+$ )
- L'azote organique ammonifiable
- L'azote organique réfractaire





# L'élimination de L'Azote

- Par sédimentation
- Par volatilisation de  $\text{NH}_3$
- Par Nitrification
- Par Dénitrification
- Par assimilation par les algues



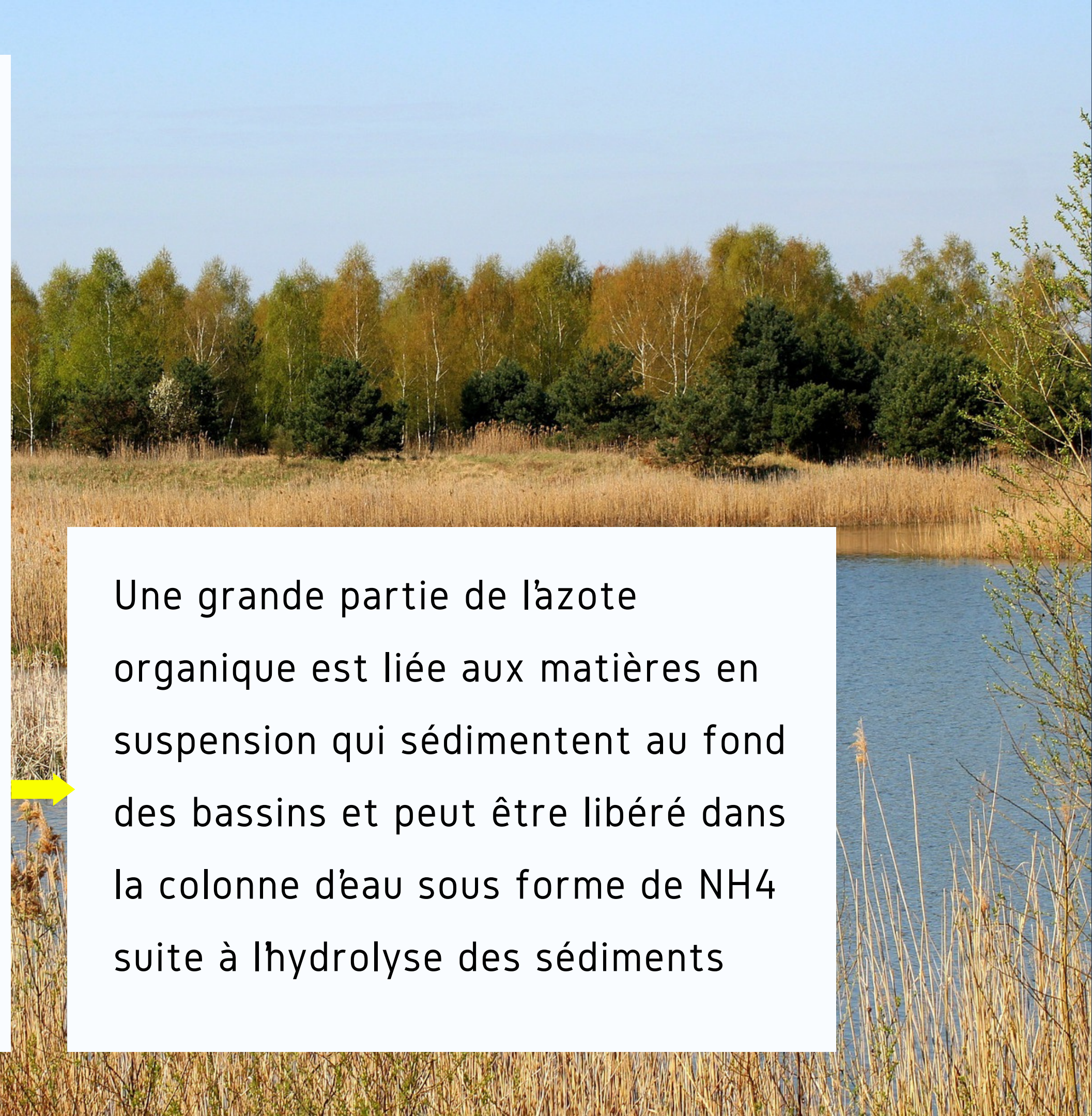


# L'élimination de L'Azote

Par sédimentation



Une grande partie de l'azote organique est liée aux matières en suspension qui sédimentent au fond des bassins et peut être libéré dans la colonne d'eau sous forme de  $\text{NH}_4$  suite à l'hydrolyse des sédiments







# L'élimination de L'Azote

Par volatilisation de  
NH<sub>3</sub>





# L'élimination de L'Azote

- Par Nitrification
- Par Dénitrification





# NITRIFICATION BIOLOGIQUE

nitritation → nitratation .



- Les Nitrosomonas et Nitrobacter.
- Température constante (Supérieur ou égale à 12°).
- Une alimentation en oxygène suffisante apport C/P/N favorable



# NITRIFICATION BIOLOGIQUE

La nitrification biologique d'1 kg d'azote ammoniacal :

- 4,2 kg d'oxygène dont 80 % sont inclus dans les nitrates formés, s'accompagne d'une diminution de l'alcalinité (compensable par 3,9 kg de chaux vive  $\text{CaO}$ ),
- produit 170 g de bactéries nitrifiantes ce qui est très faible vis-à-vis de la production de boues générées lors de la dégradation de la charge organique carbonée.



# NITRIFICATION BIOLOGIQUE

## EN RÉSUMÉ

- De l'ammoniac
- Une température d'au moins 12°C
- Une alcalinité naturelle suffisante dans l'eau brute
- Beaucoup d'oxygène
- Suffisamment de bactéries nitrifiantes
- Un pH entre 7,2 et 8,5



# DÉNITRIFICATION BIOLOGIQUE



- Le but de la dénitrification biologique est d'éliminer complètement l'azote contenu dans l'eau usée.



# DÉNITRIFICATION BIOLOGIQUE



- La dénitrification est le mécanisme anaérobie qui permet à un grand nombre de bactéries hétérotrophes de couvrir leurs besoins énergétiques à partir des nitrates lorsque l'oxygène dissous fait défaut.
- Il faut éviter d'avoir de l'O<sub>2</sub> dans les eaux à traiter.



# DÉNITRIFICATION BIOLOGIQUE

## EN RÉSUMÉ

- Des nitrates
- Pas d'oxygènes
- Suffisamment de bactéries dénitrifiantes
- Une source carbonée complémentaire facilement assimilable



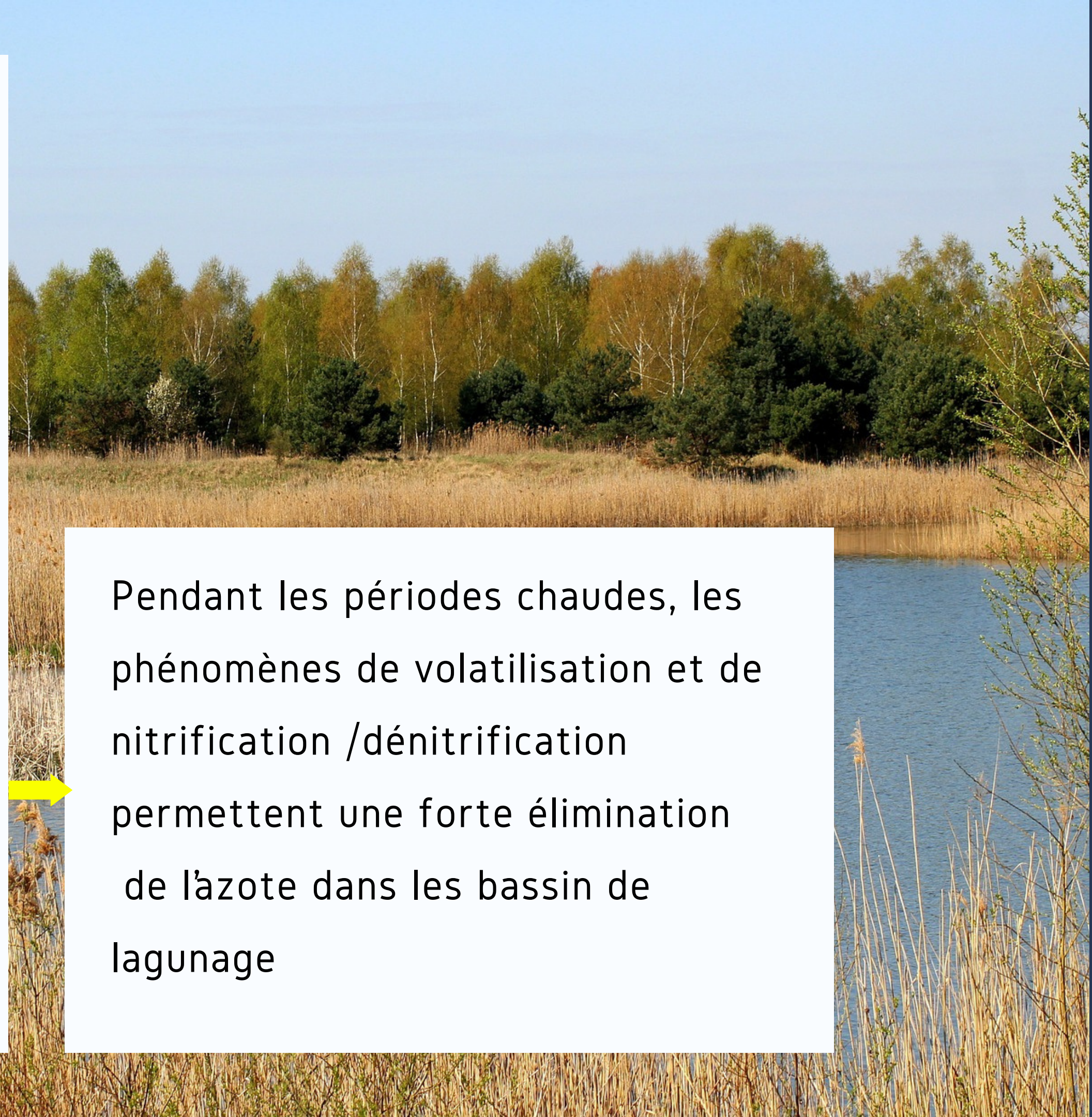


## L'élimination de L'Azote

Par assimilation par les  
algues:



Pendant les périodes chaudes, les phénomènes de volatilisation et de nitrification /dénitrification permettent une forte élimination de l'azote dans les bassin de lagunage





# Phosphore

L'apport du phosphore dans les bassins se fait sous formes dissoute  $\text{P04}$  et organique liée aux sédiments.



## Les formes chimiques du phosphore:

**PHOSPHORE TOTAL**

**= PHOSPHORE PARTICULAIRE + PHOSPHORE DISSOUS**

**= PHOSPHORE MINÉRAL + PHOSPHORE ORGANIQUE**

AFIN DE RESPECTER LES SEUILS RECOMMANDÉS, UN PROCESSUS  
D'ÉLIMINATION CIBLÉ DU PHOSPHORE EST ALORS NÉCESSAIRE DANS  
LES STATIONS D'ÉPURATION



# Phosphore

Élimination biologique  
des composés  
phosphorés



le mécanisme de suraccumulation nécessite de stresser la biomasse, alternativement en phase anaérobie (sans oxygène) et aérobie. Attention cependant, la zone de dénitrification, caractérisée par la présence d'oxygène via les nitrates, est donc assimilée à une zone aérobie, et ne permet pas la déphosphatation biologique.



# Phosphore

Elimination biologique  
des composés  
phosphorés



zone anaérobie : les micro-organismes  
utilisent leurs réserves et relargent du  
phosphore intracellulaire ;

zone aérobie : suraccumulation du phosphore  
sous forme de granulés de polyphosphate.





# Phosphore

Précipitation chimique  
des phosphates



Ce procédé tient en compte de l'assimilation de la précipitation du phosphore soluble avec un composé de sel métallique. Il peut s'agir du sel de fer ou d'aluminium. former un précipité de phosphate de fer ou d'aluminium ( $\text{Fe PO}_4$  ou  $\text{AlPO}_4$ ).





# Phosphore

Précipitation chimique  
des phosphates



Pendant la saison chaude, le pH atteint des valeurs élevées ce qui rend la précipitation du Phosphore très importante sous forme de composés stables.



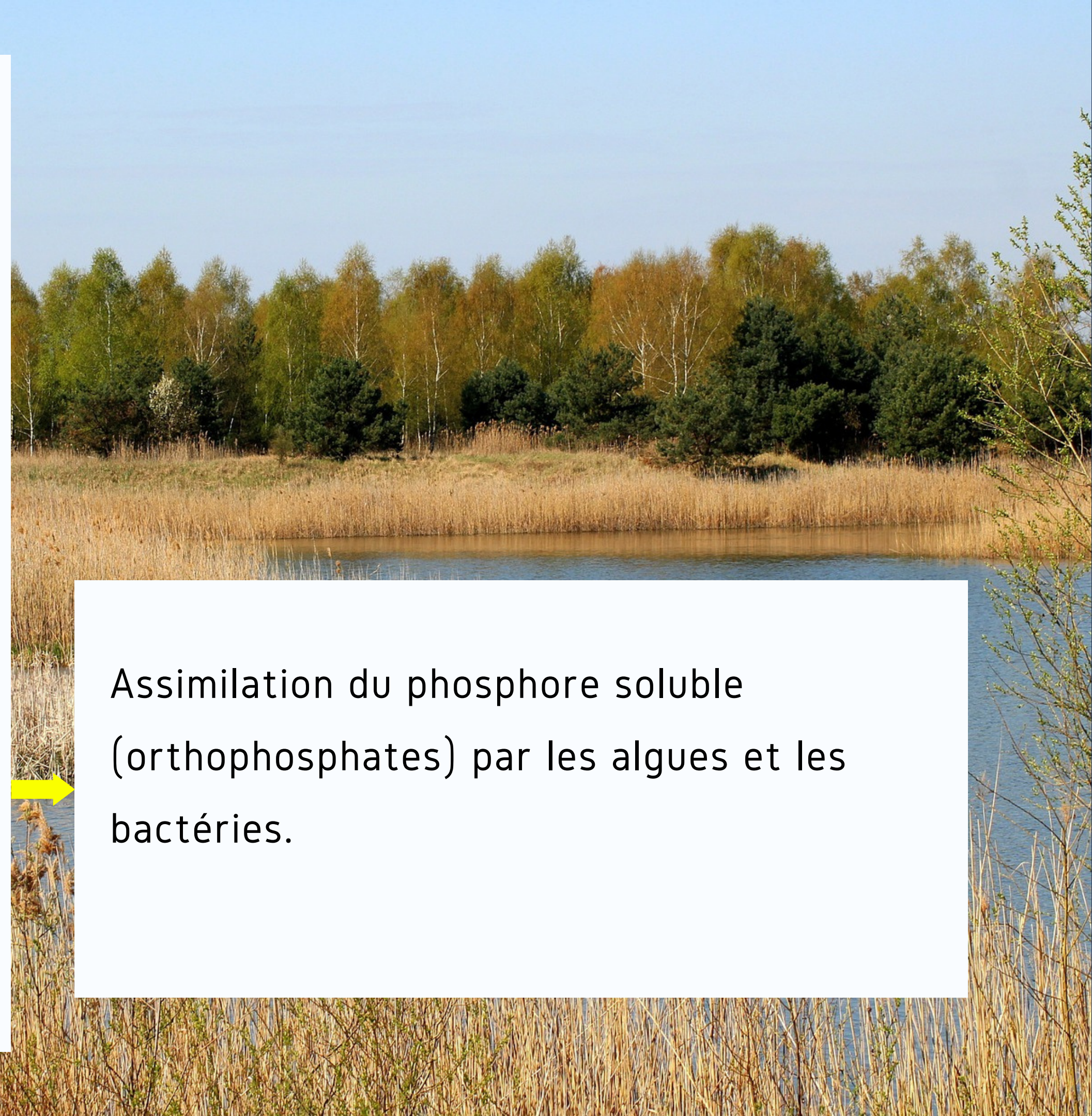


# Phosphore

Par assimilation  
biologique



Assimilation du phosphore soluble  
(orthophosphates) par les algues et les  
bactéries.





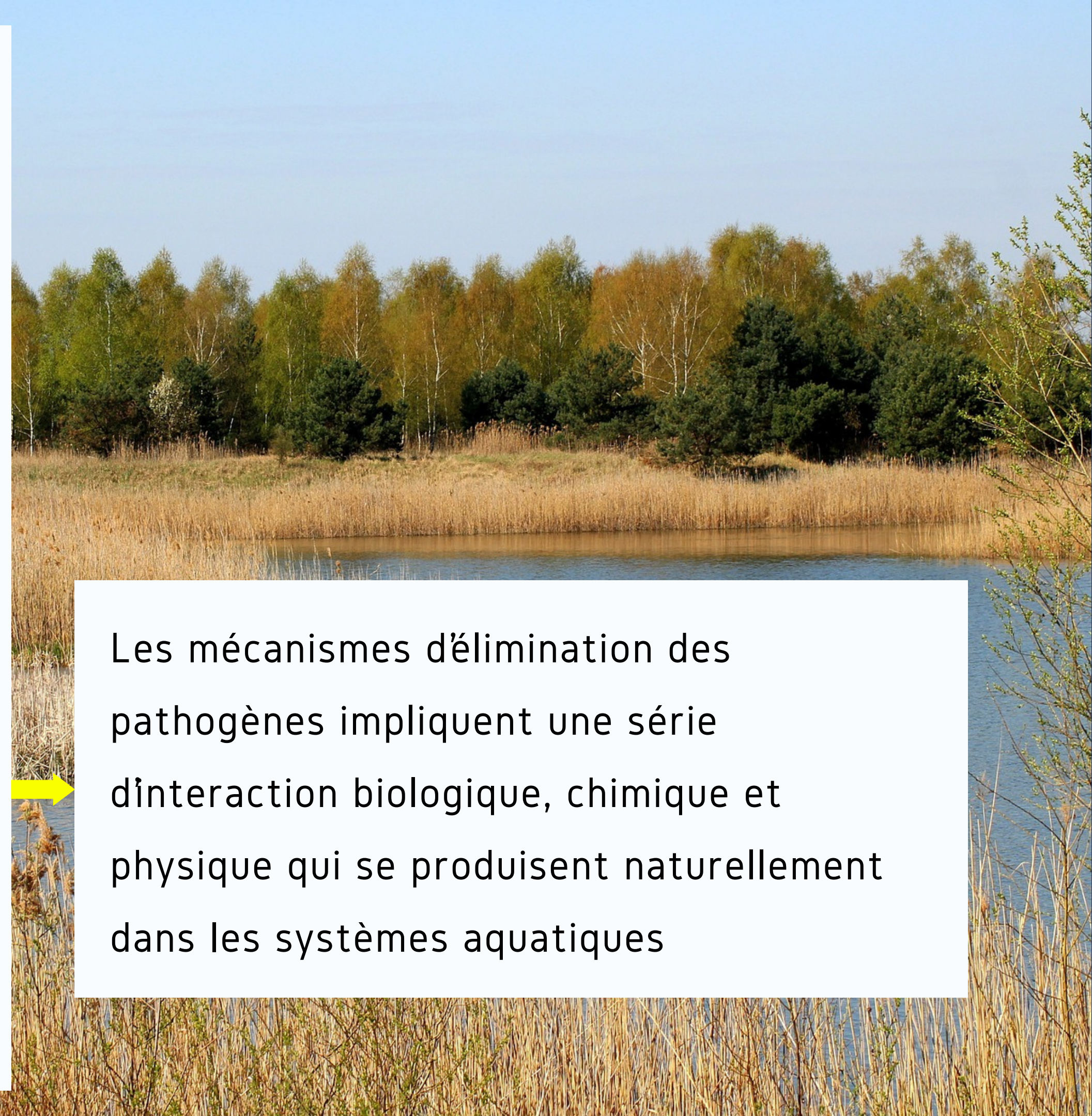


# Les pathogènes

Les meilleurs indicateurs en matière de pollution microbienne sont les germes de contamination fécale abondants et faciles à analyser.



Les mécanismes d'élimination des pathogènes impliquent une série d'interaction biologique, chimique et physique qui se produisent naturellement dans les systèmes aquatiques





# Les pathogènes

Les mécanismes  
d'élimination des  
pathogènes



- le temps de séjour élevé
- l'action bactéricide des rayons ultraviolets et des microalgues
- l'action bactériophage du zooplancton



# DIFFÉRENTS TYPES DE BASSINS DE STABILISATION ?

LE BASSIN DE  
STABILISATION  
ANAEROBIE

LE BASSIN DE  
STABILISATION  
FACULTATIF

LE BASSIN DE  
MATURATION