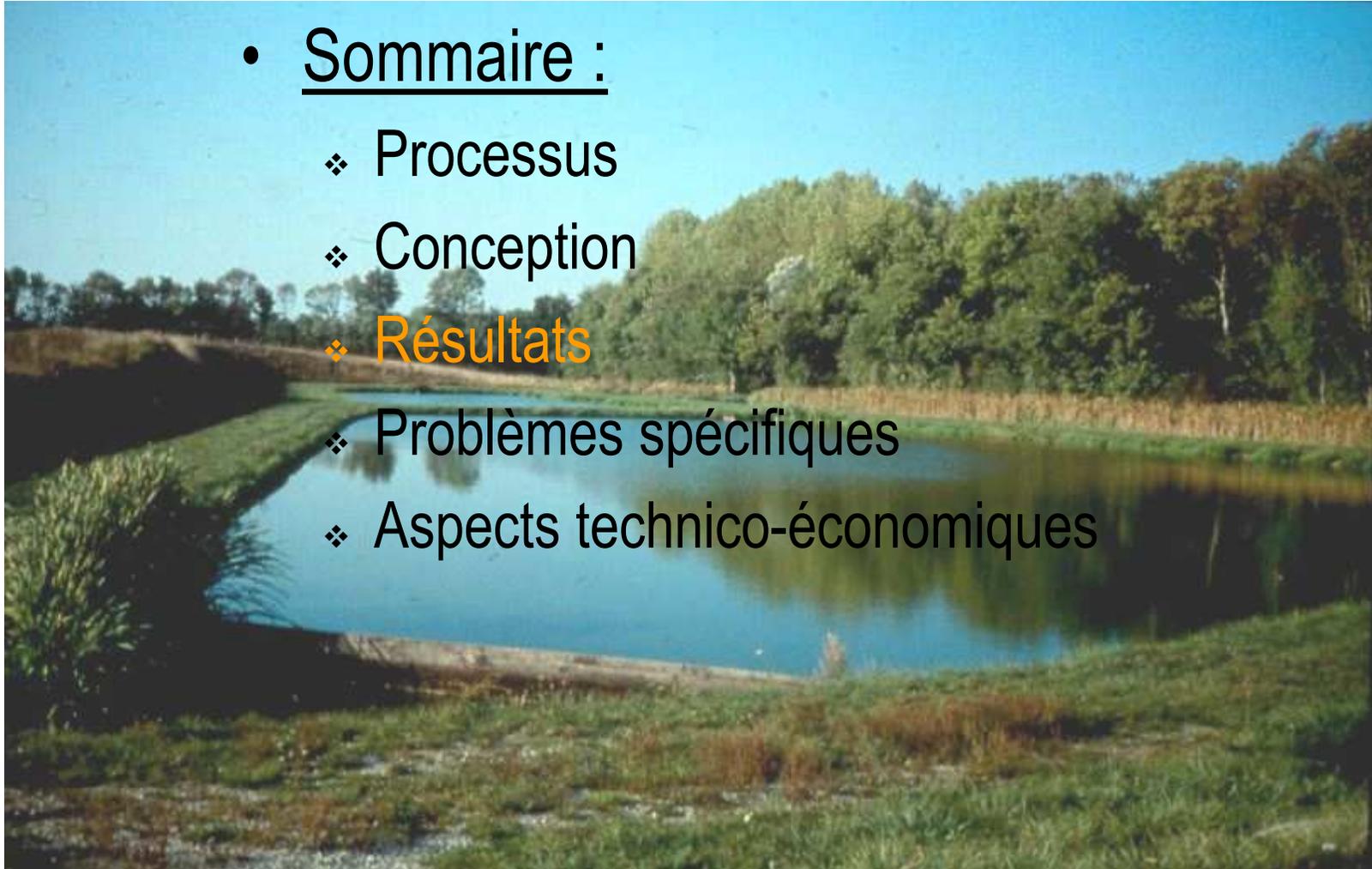


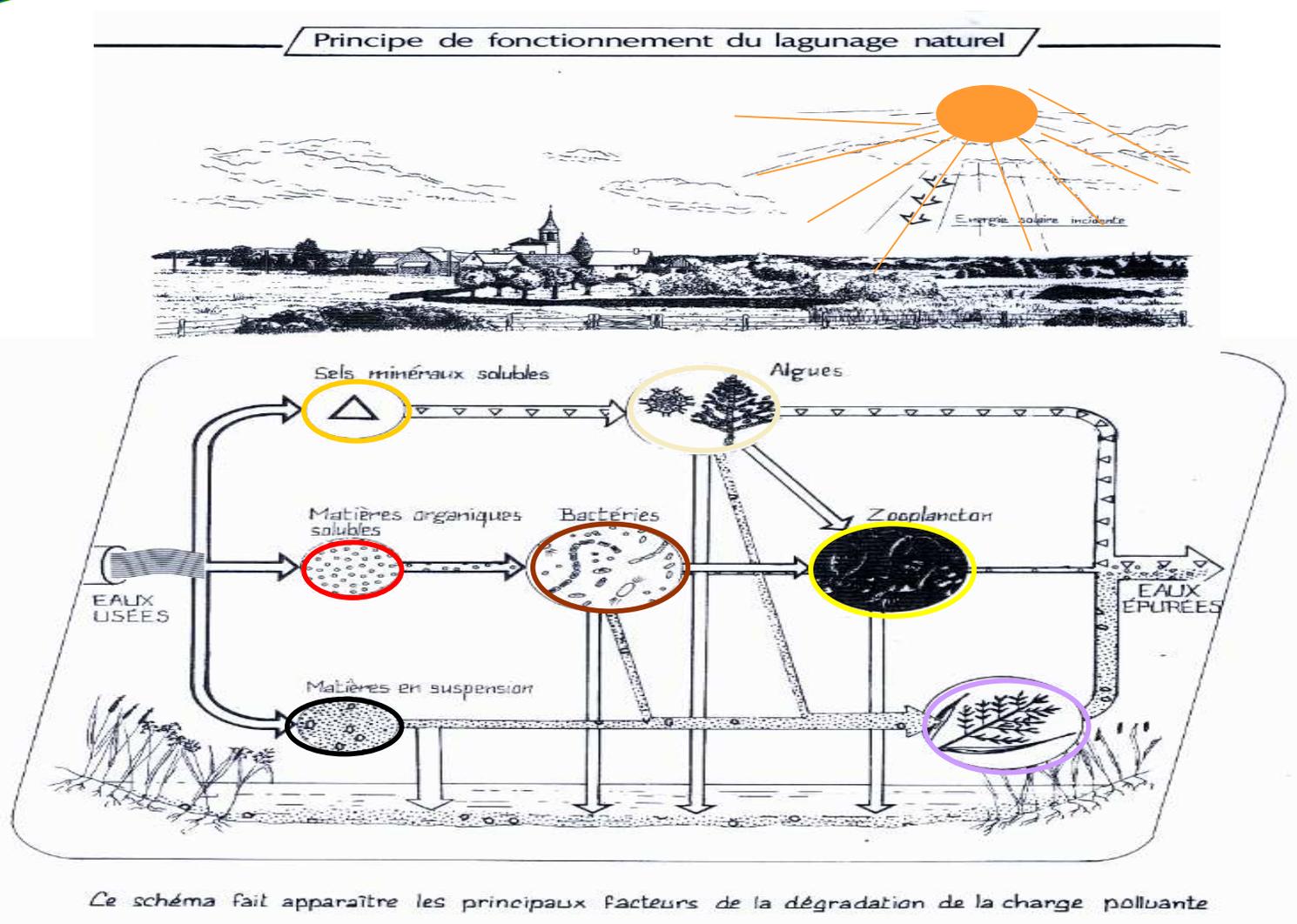
Le lagunage naturel

- Sommaire :
 - ❖ Processus
 - ❖ Conception
 - ❖ Résultats
 - ❖ Problèmes spécifiques
 - ❖ Aspects technico-économiques



Processus

Le lagunage naturel



➔ Un équilibre complexe

Processus

Eaux usées + Bactéries $\xrightarrow{\text{oxygène}}$ Boues + Eau traitée

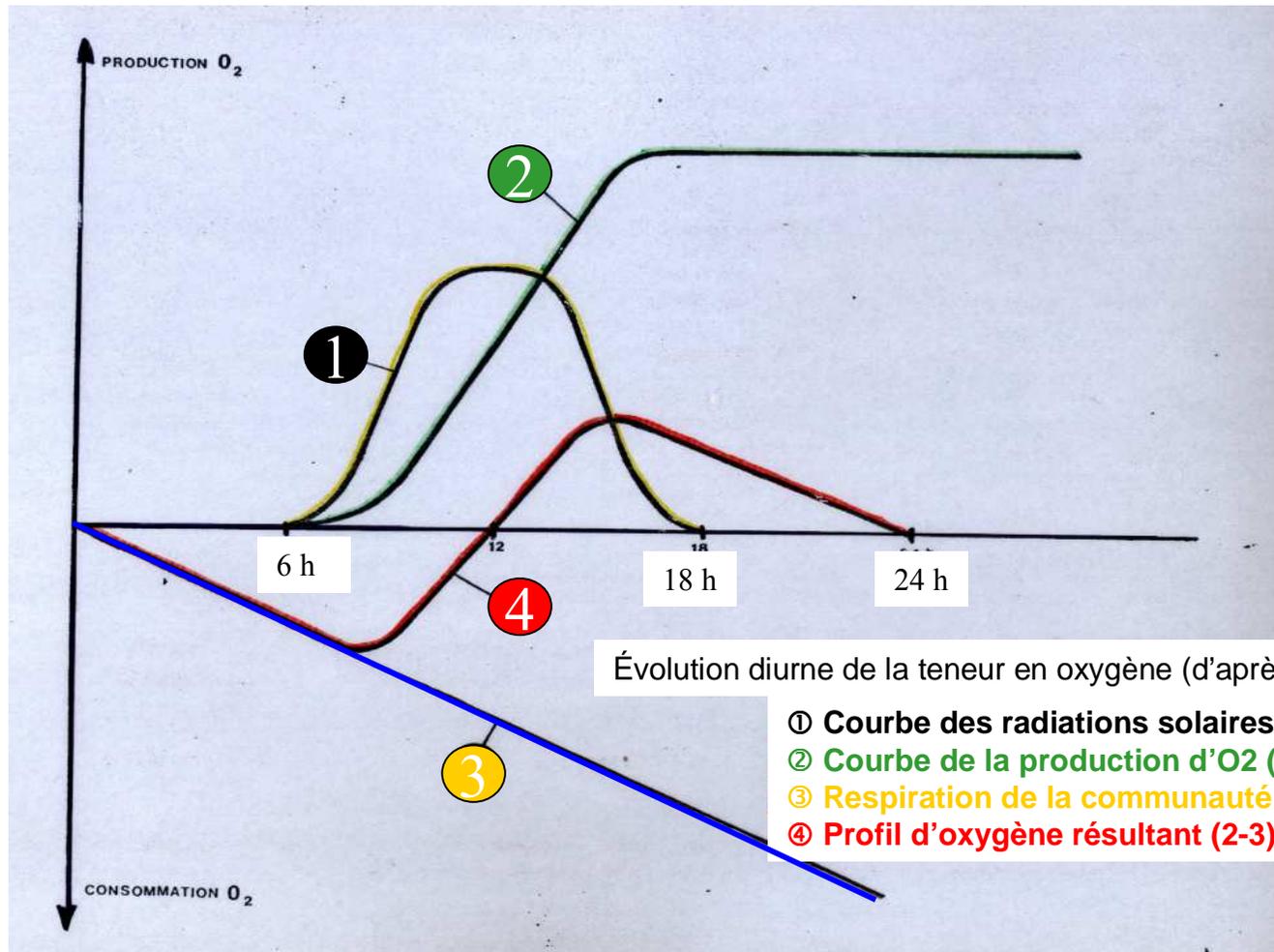
Sels minéraux + CO_2 $\xrightarrow{\text{lumière}}$ **Masse végétale** + oxygène

➔ Les bactéries épuratoires fonctionnent avec l'oxygène de la photosynthèse

Processus

Le lagunage naturel

- Fluctuation de l'O₂ au cours de la journée



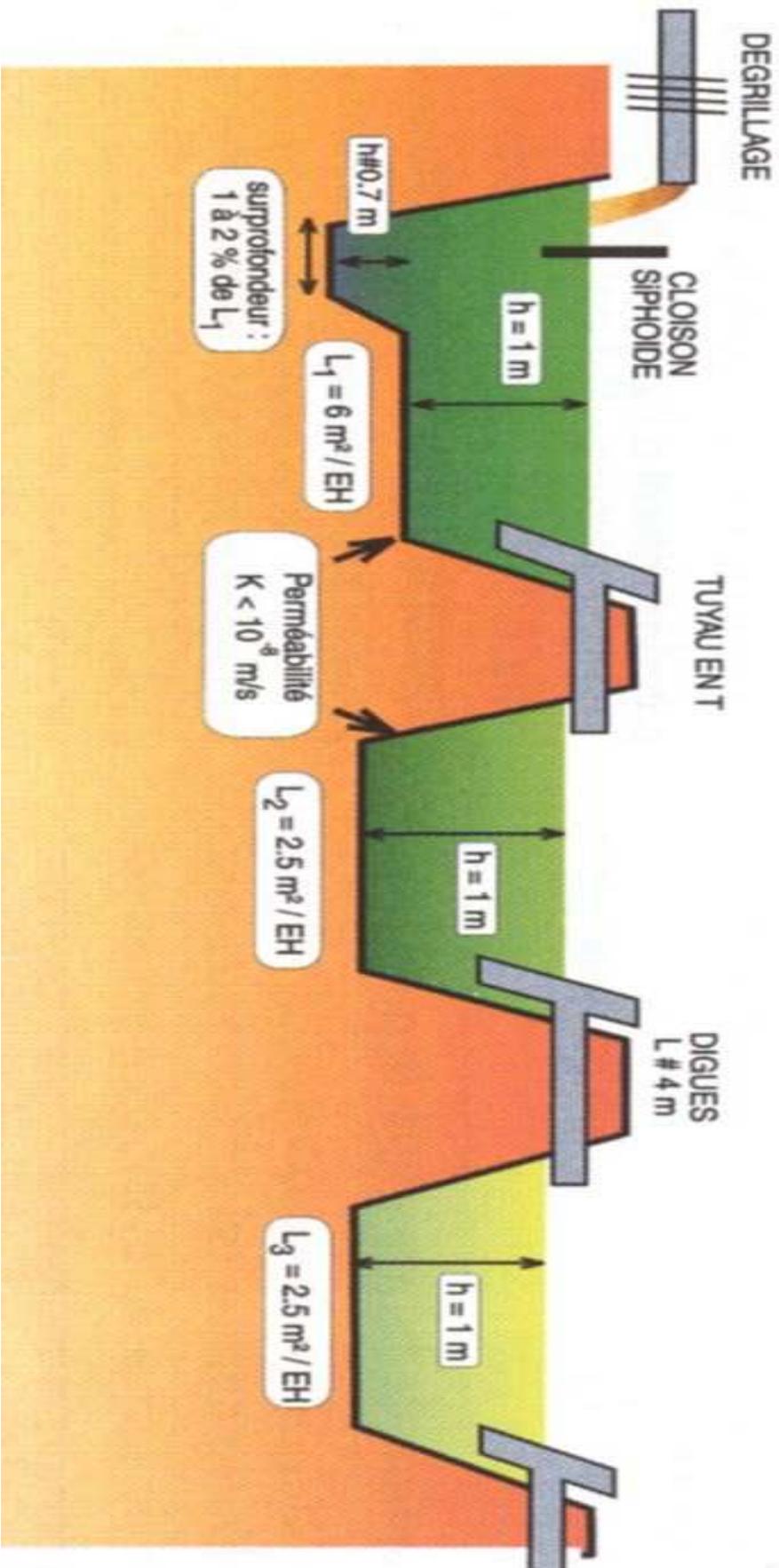
- À ne pas confondre avec :
 - ❖ lagune de décantation (anaérobie)
 - ❖ lagunage aéré (apport mécanique d'O₂)
 - ❖ lagune à macrophytes (roseaux)
 - ❖ lagunage de finition (traitement tertiaire)

Conception

- Conséquences :
 - ❖ Photosynthèse : hauteur maxi 1.2 m
 - ❖ Éviter un sur développement algal : hauteur mini 0.8 m
 - on prend 1 m (penser à accumulation des boues)
 - ❖ Veiller à l'équilibre :
 - o Surface de 11 m² / Eh
 - o En plusieurs bassins (6 + 2,5 + 2,5 m²)
- Bassin de tête :
 - o Dégrilleur
 - o Cloison siphonide
 - o Possibilité d'une sur profondeur (but : facilité la gestion)
- Population > 100 Eh
 - o Facteur limitant = débit collecté si réseau court

Le lagunage naturel

Conception



Conception

- L'aspect sol :
 - ❖ Hydrogéologie : nappe, protection d'une ressource
 - ❖ Géotechnique : perméabilité, tenue des berges
- Étude de perméabilité nécessaire :
 - ❖ $(V_{\text{eaux usées}} + V_{\text{pluie}}) > (V_{\text{infiltration}} + V_{\text{évaporation}})$
 - ❖ Si $K < 10^{-8} \text{ m.s}^{-1}$: étanchéité naturelle suffisante
 - ❖ Si $K > 10^{-8}$: selon étude géotechnique, compactage ou étanchéité artificielle indispensable
 - ❖ Importance d'étancher sur toute la surface

Conception

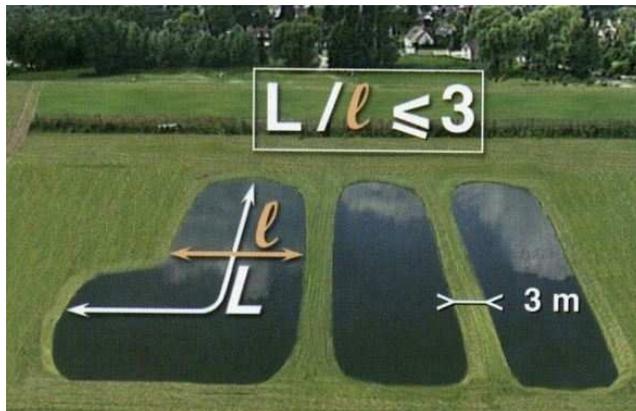
- **EXEMPLE** : Calcul de la perméabilité maxi pour que de l'eau ressorte de la lagune
- Hypothèses :
 - ❖ 1000 ha taux de raccordement 100 %
on néglige l'infiltration dans les pentes dans une première approche
 - ❖ Entrée : 150 l/j/ha pluie : 0 mm/j
 - ❖ Évaporation = 5 mm/j (été)
- L'eau ressort si (entrée + pluie) > (évaporation + infiltration)
 - ❖ Entrée : $1000 \times 0,150 \text{ m}^3/\text{j} = 150 \text{ m}^3/\text{j}$
 - ❖ Surface des plans d'eau = 11 000 m² , donc Evap = $5 \times 11 = 55 \text{ m}^3/\text{j}$
 - ❖ D'où débit d'infiltration maxi : $q = 150 - 55 = 95 \text{ m}^3/\text{j}$
- D'où K maxi :
 - ❖ $K = Q/S = 95/11000 = 8.6 \cdot 10^{-3} \text{ m/j} = 10^{-7} \text{ m/s}$

Conception

- Autres points de conception :

- ❖ Prévoir une voirie pour vidanges
- ❖ Forme des lagunes et agencement
 - o Ratio $L/l < 3$
 - o Imbriquées pour gagner de la place

- ❖ Géomembrane
 - o drainage
 - o antipoinçonnant si nécessaire
- ❖ Macrophytes :
 - o pas recommandé
- ❖ Pente des berges
 - o 2 pour 1
- ❖ Réseau unitaire



Résultats

- Si < 120 kg DBO / j : Niveau de qualité D3
 - ❖ Rendements de 60 % sur la DCO et 60 % sur NK
 - ❖ Calculés en en flux ($Q \times C$) pour prendre en compte les pertes (évaporation, infiltration)
 - ❖ Mesures sur échantillons non filtrés
- Si > 120 kg DBO / j : plus de tolérance
 - ❖ Arrêté du 22-12-1994
 - ❖ MES < 150 g / l
 - ❖ DCO filtrée < 125 mg / l

Résultats

- Résultats étude Cemagref 1991-92 sur 300 lagunes

RESEAU	en mg/l	DCO brute	DBO₅ brute	Me S	NK	NH₄⁺	Pt
TOUS	moy	162	43	60	22	14	8,5
SEPARATIF	moy	198	53	69	25	17	10
	<i>écart type</i>	<i>109</i>	<i>44</i>	<i>57</i>	<i>17</i>	<i>15</i>	<i>8</i>
UNITAIRE	moy	141	37	54	19	12	7,5
	<i>écart type</i>	<i>69</i>	<i>26</i>	<i>41</i>	<i>11</i>	<i>9</i>	<i>6</i>

❖ Malgré les défauts des lagunes, rendements intéressants (MES)

❖ Résultats meilleurs sur unitaires

Résultats

- Rendements (en flux)

$$R = \frac{\text{Flux}_{\text{entrée}} - \text{Flux}_{\text{sortie}}}{\text{Flux}_{\text{entrée}}}$$

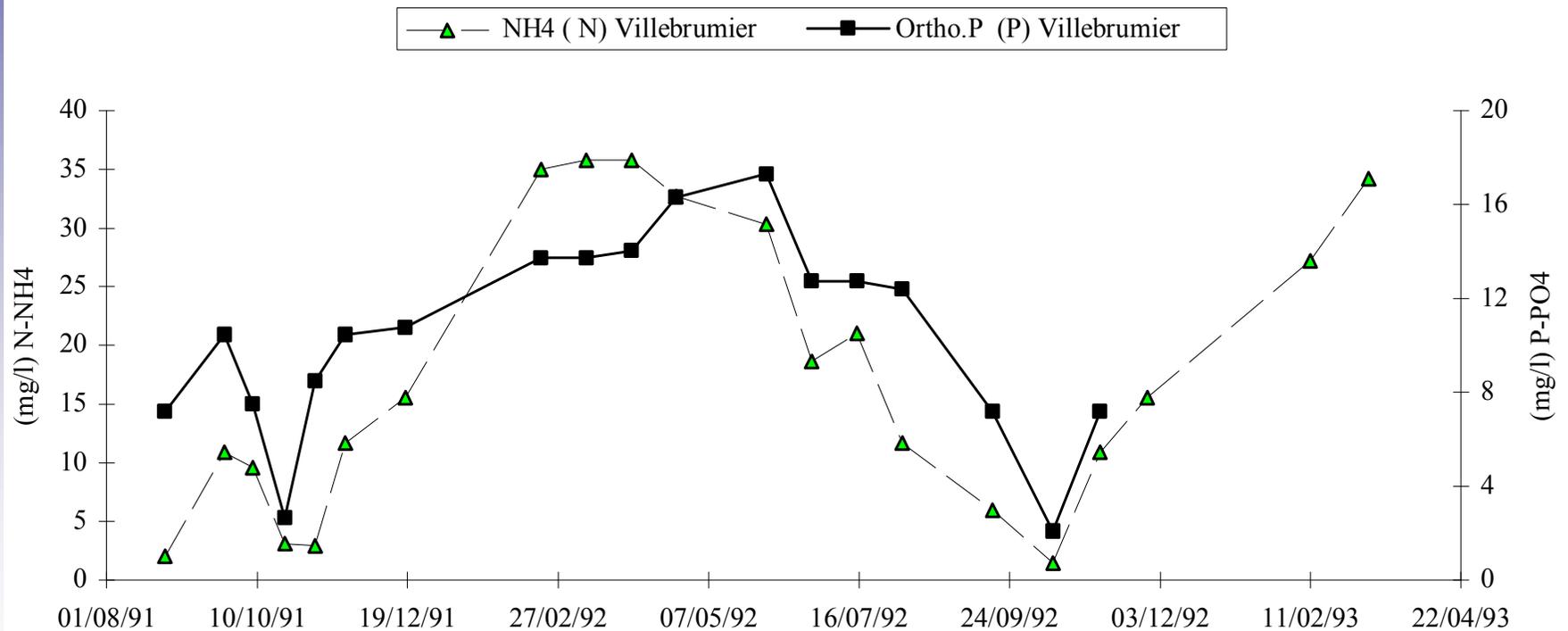
	DCO brute	MES	NK	Pt
RDT	78	79	72	66
<i>écart type</i>	16	20	23	24

Dans 90 % des cas, Rdt (DCO) > 60 %

Dans 50 % des cas, Rdt (DCO) > 80 %

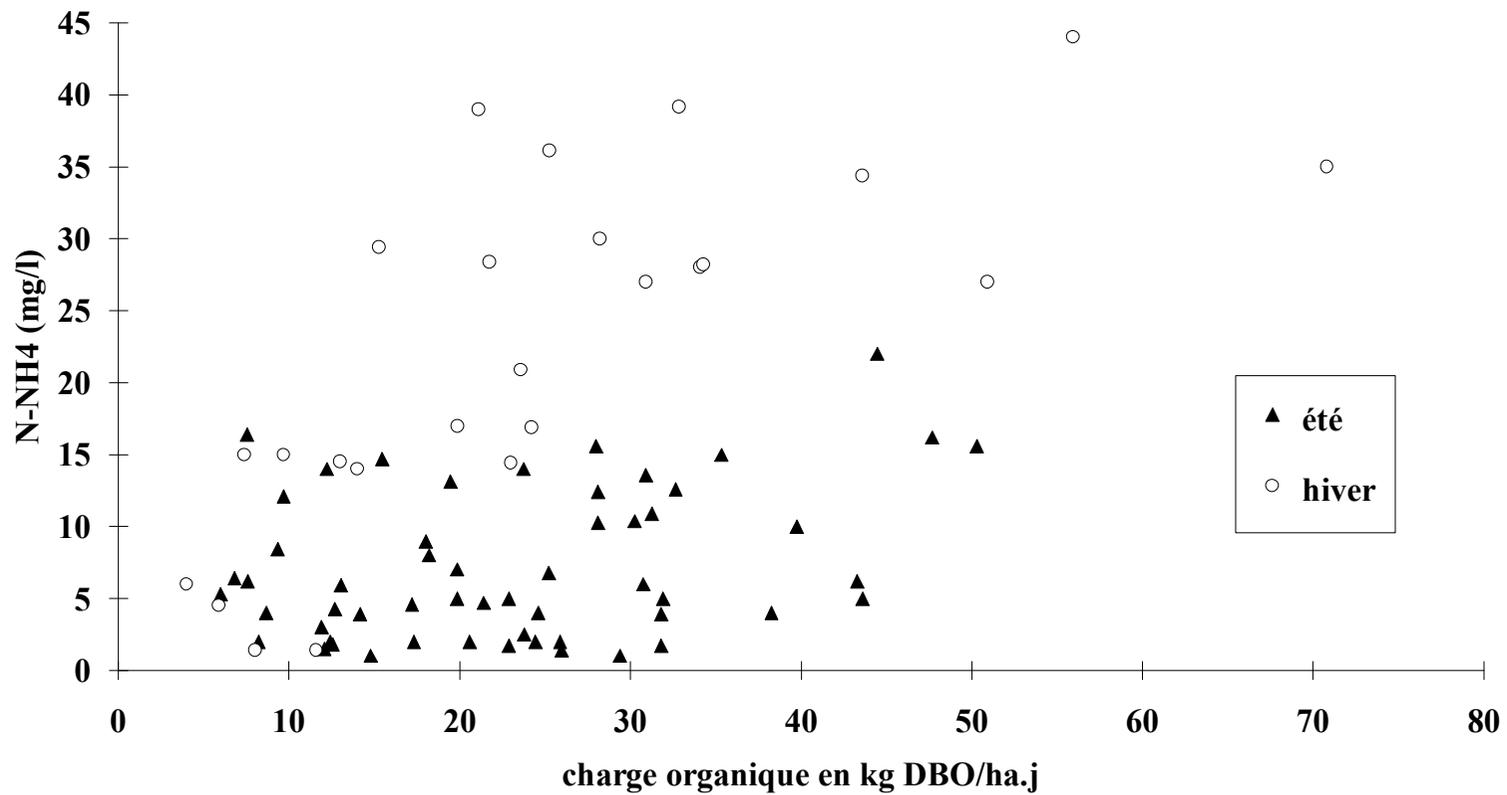
Résultats

- Variations saisonnières - NH_4^+ et $\text{P} = f(t)$



Résultats

- Variations saisonnières : $\text{NH}_4^+ = f(\text{DBO}_5 ; t)$



- Boues produites :
 - ❖ Fréquence d'extraction au 1er bassin
 - o 10 ans si neuf
 - o Puis 7 ans
 - ❖ Volume
 - o 90 l / eh / an
 - ❖ Siccité
 - o < 1 %
- Bactériologie :
 - ❖ Bons abattement
- Macrophytes :
 - ❖ Résultats expérimentaux
 - ❖ Non confirmé dans la pratique
 - ❖ À éviter car contrainte d'entretien

- Conclusion
 - ❖ Rendements moyens annuels intéressants
 - o Notamment sur la bactériologie
 - ❖ Azote essentiellement sous forme ammoniacale
 - ❖ Fluctuations saisonnières :
 - o Facteur 10 entre hiver et été
 - o Meilleures performances pendant l'étiage
 - o À prendre en compte dans le choix de cette filière
 - ❖ Fonctionne mieux en unitaire et supporte des variations de charges hydrauliques

Problèmes rencontrés

- VIRAGE AU ROUGE (1er bassin en automne et en hivers)
- Mécanismes
 - ❖ En milieu mal aéré, développement de bactéries photosynthétiques sulfato-réductrices au détriment de la biomasse algale
 - ❖ Apparaît en automne :
 - o décroissance de la biomasse algale (moins d'O₂ produit),
 - o Remontée des couches d'eau peu chargée lors de l'échange des couches
- Facteurs en jeu
 - ❖ Eaux concentrées (bon séparatif) ou septiques (réseau long)
 - ❖ Sous dimensionnement de la lagune de tête
 - ❖ Accumulation de boues (mauvais entretien)
 - ❖ Forme allongée du bassin et profondeurs importantes

- Solutions
 - ❖ À titre préventif
 - o Les 1er bassins sont recommandés à 6 m² par Eh
 - ❖ À titre curatif
 - o Dilution contrôlée des eaux admises [DCO < 350 mg.L⁻¹]
 - o Traitement des sulfures dans le réseau (insufflation d'air)
 - o Recyclage d'effluent (dernier bassin → 1er bassin)
 - o Micro-aération (perte du caractère rustique du procédé)

Problèmes rencontrés

- LENTILLES D'EAU
- Mécanismes
 - ❖ Peu connus
- Facteurs en jeu
 - ❖ Température estivales et ensoleillement
- Solutions
 - ❖ Extraction par ramassage ou pompage (5 / été)
 - ❖ Implantation de canards (!) : couples à stabiliser et limiter la prolifération
 - ❖ Attention aux herbicides

Aspects technico - économiques

- Source : FNDAE N°22, coût horaire de la main d'œuvre 100F [1996]
(l'extraction des boues ne comprend pas leurs transport et épandage)

Coût d'exploitation du lagunage naturel

Poste	400 EH			1 000 EH		
	Fréquence	H/an	F/an	Fréquence	H/an	F/an
Prétraitement – dégrillage + cloison siphonide	1 f/sem	18	1 740	1 f/sem	18	1 740
Inspection générale des bassins	1 f/sem	13	1 300	1 f/sem	17	1 800
Lutte contre les rongeurs	1 f/an	4	400	1 f/an	4	400
Curage du cône de décantation de la lagune 1	1 f/an	8	800	1 f/an	8	800
Extraction des boues de la lagune 1	1 f/ 7 à 10 ans		3 200	1 f/ 7 à 10 ans		8 000
Faucardage, fauchage	2 à 5 f/an	71	7 100	2 à 5 f/an	87	8 700
Autosurveillance	1 f/sem	F	2 213	1 f/sem	F	4 425
Nettoyage du canal de sortie	1 f /2 ans	3	300	1 f /2 ans	3	300
Tenue du cahier de bord	1 f/mois	9	870	1 f/mois	9	870
Imprévus, gros entretiens	1 f/sem	24	2 400	1 f/sem	24	2 400
Total annuel en F			20 323			29 435
Coût annuel / habitant en F			50			30

Aspects technico - économiques

Technique adaptée aux besoins 'petites collectivités'

- Forces

- ❖ Entretien régulier simple (pas d'électromécanique...)
- ❖ Coûts d'exploitation faibles (pas d'énergie...)
- ❖ Coûts d'investissement faible en absence de problème de sol
- ❖ Bien adapté aux réseaux drainants et unitaires
- ❖ Bonne qualité bactériologique de l'effluent

- Faiblesses

- ❖ Emprise au sol importante (environ 15 m² / EH)
- ❖ Importance du sol
- ❖ Qualité du rejet variable selon la saison : à voir avec le milieu
- ❖ pas de réglages possibles
- ❖ Sensibilité aux effluents septiques et concentrés : réseaux longs ou strictement séparatifs peu recommandés