



Observatoire

de l'Environnement
en Nouvelle-Calédonie

Atelier sur les indicateurs environnementaux en eau douce

du lundi 12 au vendredi 16 mars 2010



L'Indice Bio-Sédimentaire (IBS)



Nathalie MARY (ETHYC'O)
Clémentine FLOUHR (HYTEC)

1. Contexte de l'étude

➤ Objectifs

- Mettre au point un indice biotique pour caractériser les perturbations d'ordre sédimentaire
- Cours d'eau drainant des substrats à dominante ultrabasique
- Activités minières passées ou actuelles (érosion)
 - Disposer d'un outil de suivi de ces impacts
 - A partir des données disponibles (IBNC)

1. Contexte de l'étude

➤ Les substrats ultrabasiques

- Péridotites et serpentinites
- 1/3 de la superficie de la Grande Terre
- Minerais de nickel exploités depuis plus d'un siècle, à ciel ouvert (330 sites)
- Décharges de stériles sur les versants, absence de gestion des eaux, ...
- ➔ érosion, lessivage → pollution des rivières (hyper-sédimentation, engravement)
- 10 à 20 sites en activité



1. Contexte de l'étude

➤ Effets des sédiments fins sur la macrofaune benthique



Impossible d'afficher l'image. Votre ordinateur manque peut-être de mémoire pour ouvrir l'image ou l'image est endommagée. Redémarrez l'ordinateur, puis ouvrez à nouveau le fichier. Si le x rouge est toujours affiché, vous devrez peut-être supprimer l'image avant de la réinsérer.

Colmatage

- Augmentation de la dérive,
- Diminution de la croissance, fécondité, survie,
- modification des peuplements
- Diminution de la densité et de la diversité

2. Méthodologie

A. Synthèse des observations disponibles (oct. 1996/
sept. 2006) 655 observations (Données IBNC)

B. Zones géologiques considérées

- **Zone d'influence directe** : surfaces situées dans un environnement géologique à dominante ultrabasique

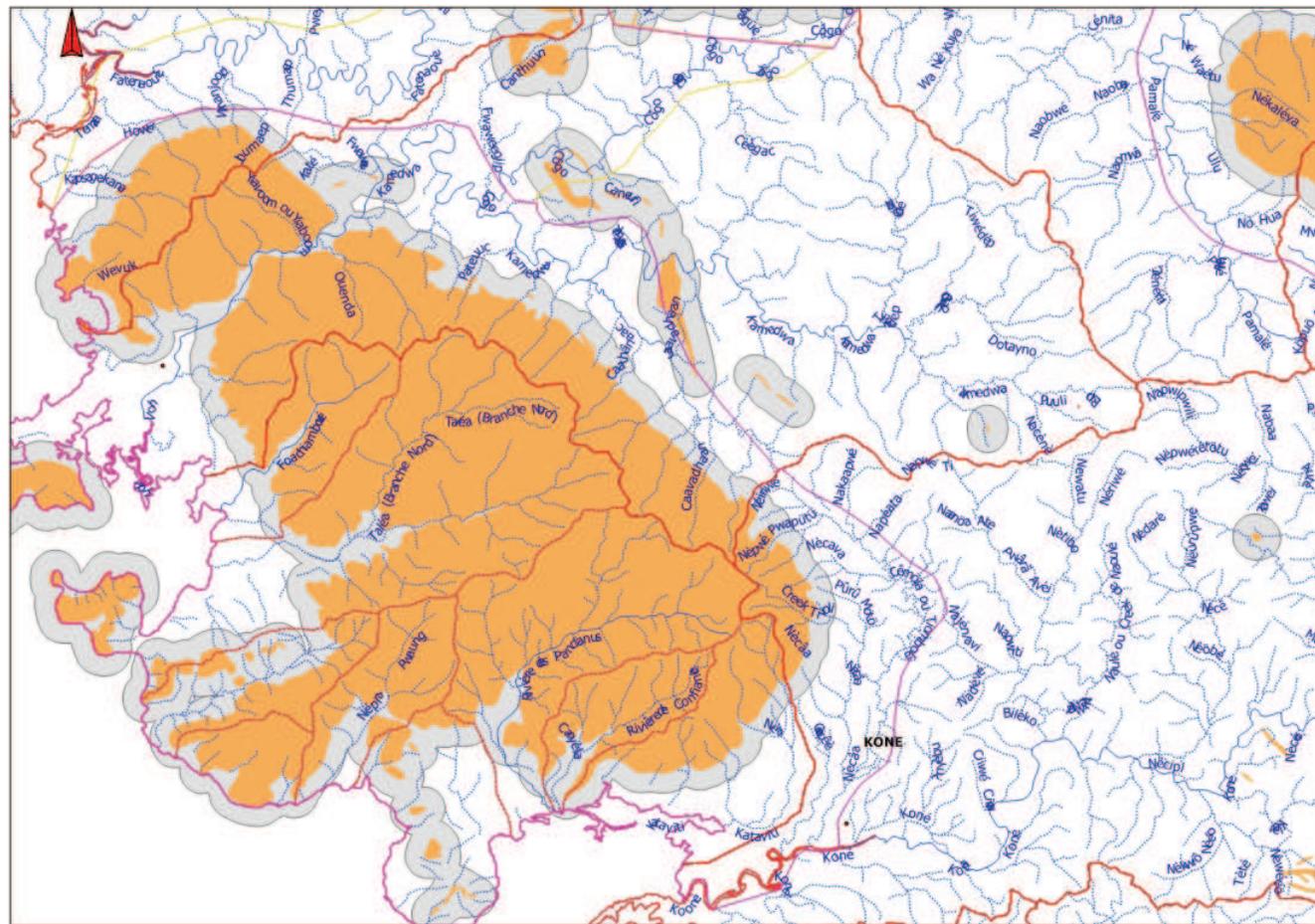
331 observations (185 stations)

- **Zone d'influence indirecte** : aval proche de la zone d'influence directe 121 observations

→ Cours inférieurs soumis à des perturbations de type organique → non considérées

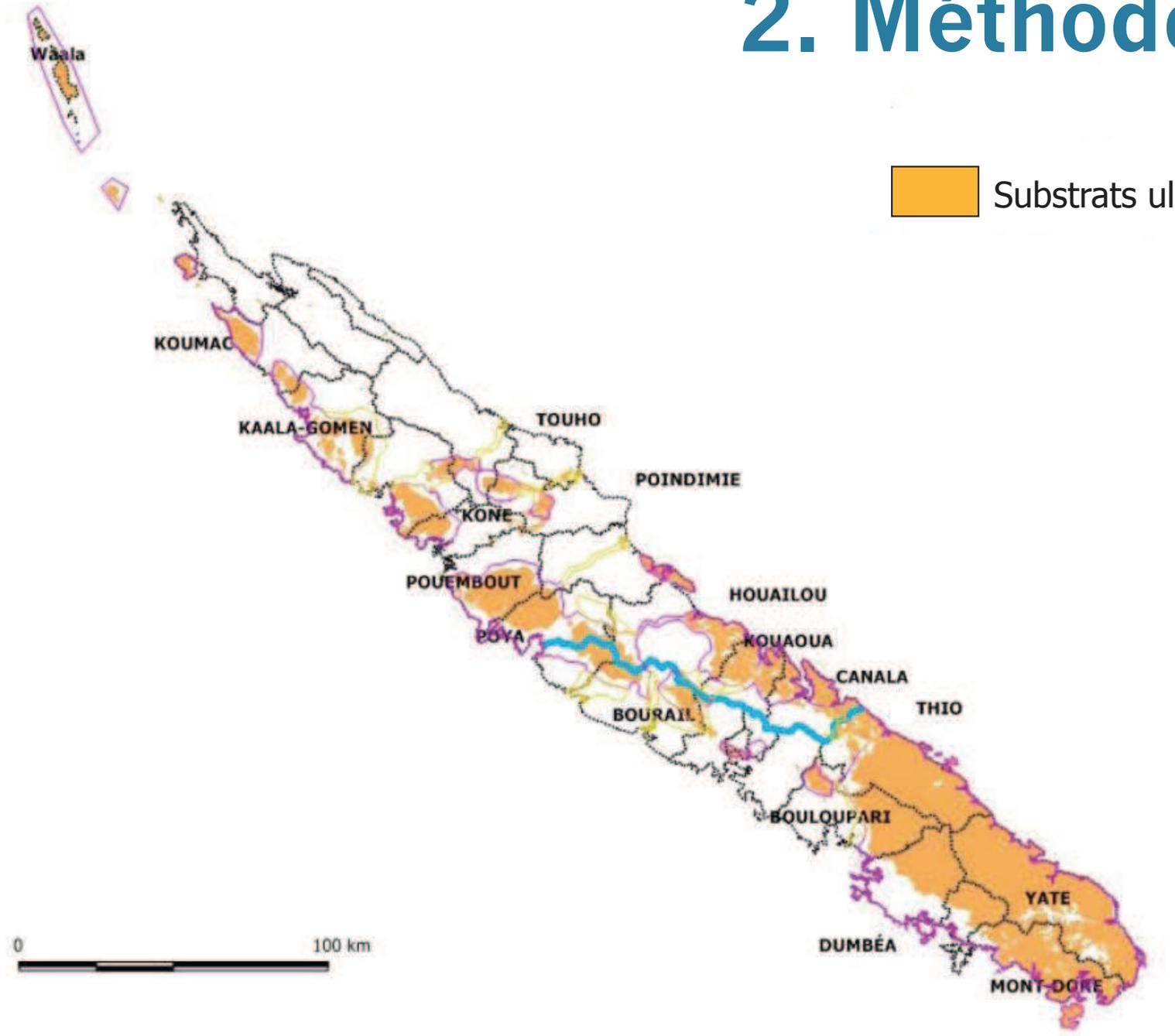
2. Méthodologie

Exemple de délimitation de la zone d'influence directe : massifs du Koniambo et du Kathepai (péridotites/cuirasses/latérites)



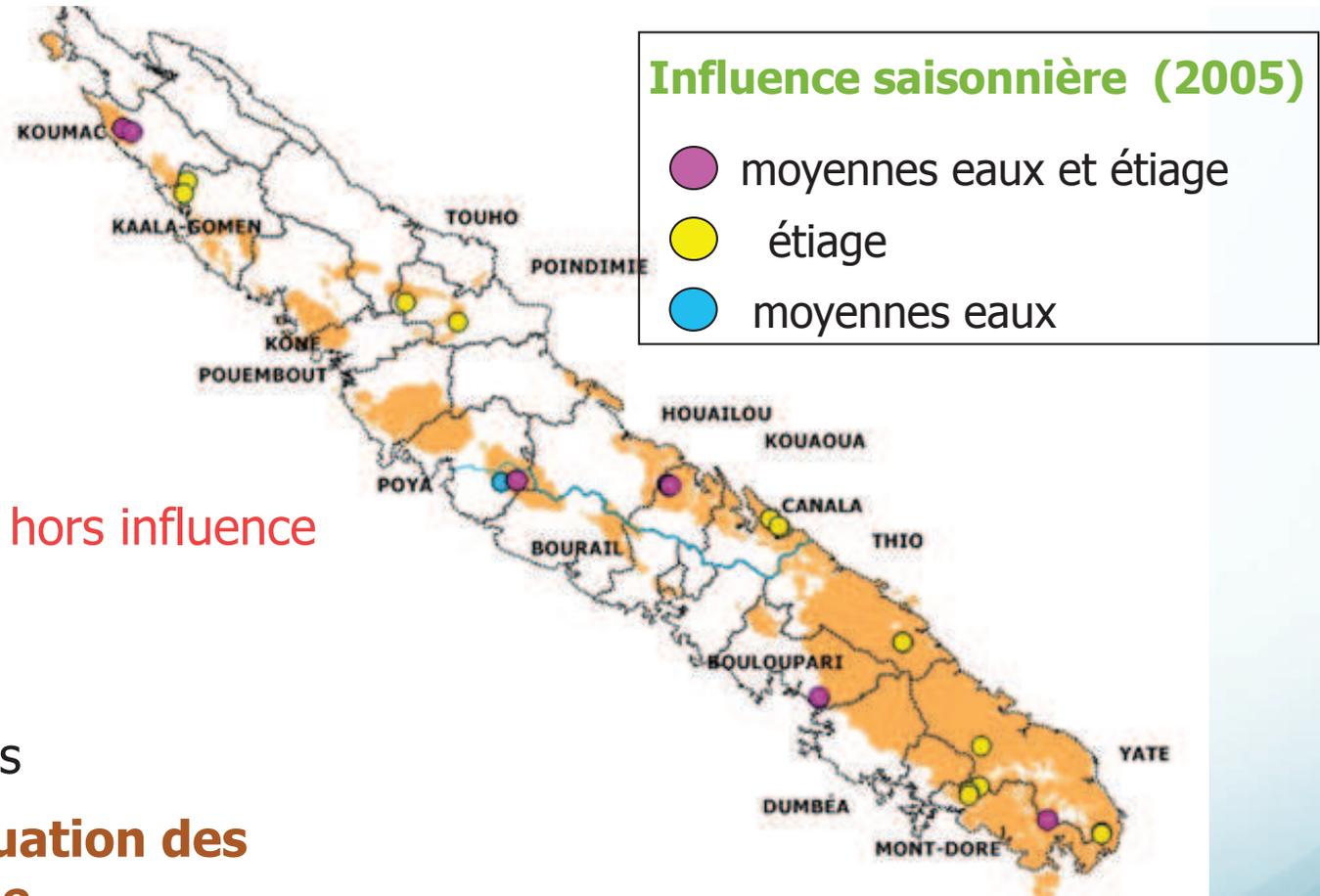
-  Nappe des péridotites et formations d'altération associées
-  Zone tampon de 500 m
- des zones d'influence (Geoimpact, 2006)**
-  Limite de la zone d'influence dite "directe"
-  Limite de la zone d'influence dite "indirecte"

2. Méthodologie



2. Méthodologie

C. 32 stations complémentaires (2 campagnes / 42 observations)

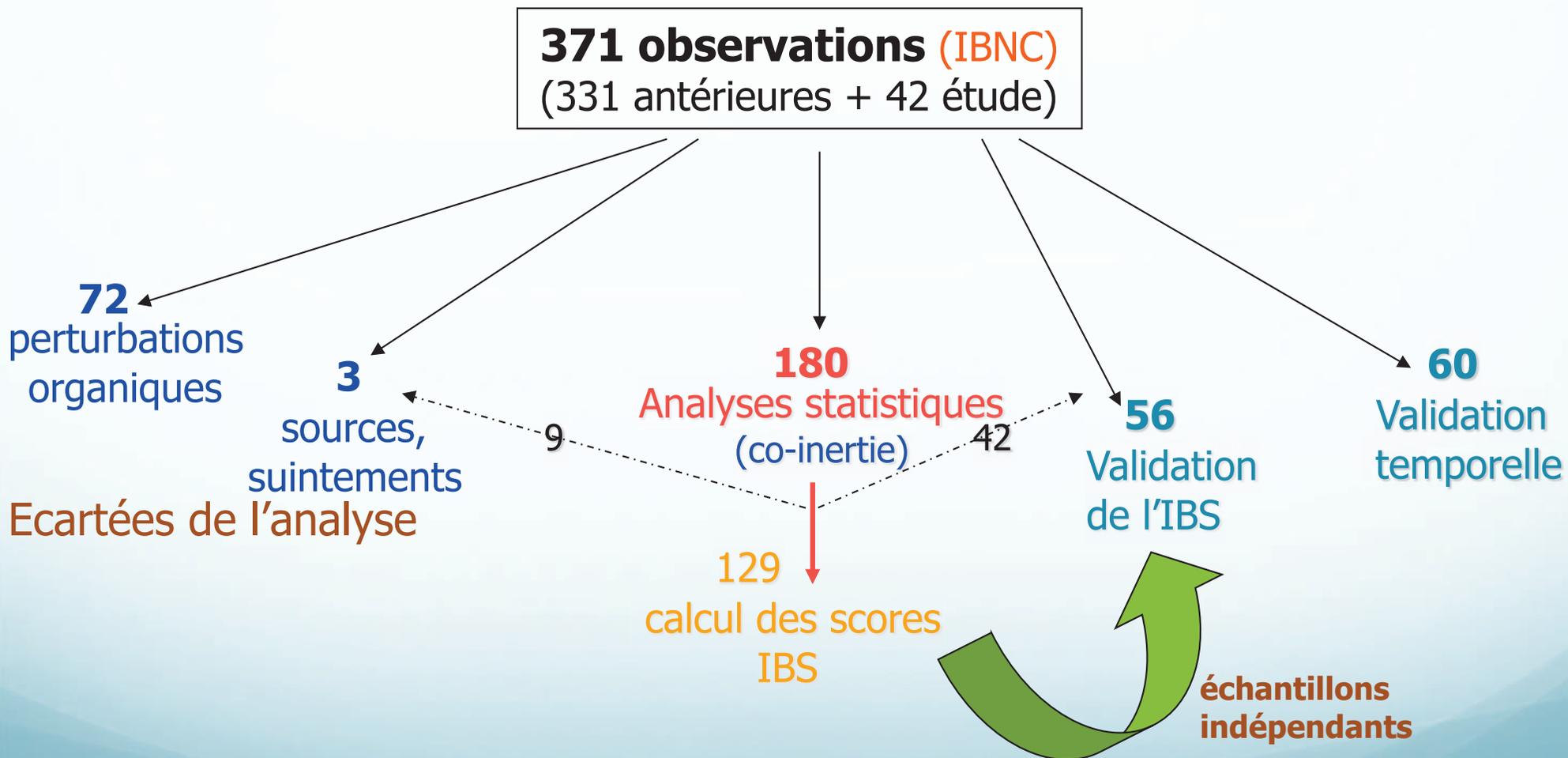


➔ Substrat ultramafique, hors influence anthropique

- sites préservés
- secteurs peu prospectés
- sites dégradés → **évaluation des limites de la méthode**
- amont/aval ouvrages de décantation

2. Méthodologie

D. Données disponibles en zone d'infl. directe



2. Méthodologie

E. Analyse des données (180 observations)

- ACM sur les caractéristiques météorologiques relevés dans chaque station (fiche terrain), **19 paramètres**
- ACP sur les listes faunistiques disponibles (IBNC), **77 taxons**
- Classifications hiérarchiques → Typologies des observations
- Analyse de co-inertie (**relation faune / milieu**)
- *Validées par J.-M. Olivier (Univ. Lyon 1 / ADE-4)*

2. Méthodologie

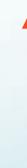
Paramètres mésologiques considérés (ACM)

- Environnement général (maquis, forêt, cultures, tribus...)
- Largeur du lit mineur (m)
- Végétation des rives (couverture %, type)
- Ombrage (%)
- Granulométrie (différentes classes, %)
- Végétaux aquatiques (dont algues) (%)
- MO d'origine végétale (importance)
- IBNC
- Conductivité ($\mu\text{S/cm}$)
- Erosion active (importance qté dépôts latéritiques)
- Altitude (m)
- Superficie du BV au site (km^2)
- Ordre de drainage au site (Strahler)
- Proximité / concession minière existante (km)

Infos fiche terrain



Classes de modalité



Calculés pour l'étude
(DTSI)

2. Méthodologie

F. Mode de détermination des scores

- méthode proposée par Stark (1985)
- MCI (Macroinvertebrate Community Index) Nouvelle-Zélande
- Système des scores
- 35 sites (13 cours d'eau) / 3 saisons d'échant.
- prélèvements de faune benthique
- sites groupés en 3 classes :
 1. Stations indemnes de perturbation (12)
 2. Stations peu à modérément polluées (9)
 3. Stations polluées (6)

2. Méthodologie

F. Mode de détermination des scores

	Classe 1 Indemnes de perturbations	Classe 2 Peu à moyennement polluées	Classe 3 Polluées	Total
Abondance relative moyenne du taxon i (%)	5,58	1,64	0	5,58+1,64+0 = 7,22
Coefficient de pondération	x 10	x 5	x 1	
Score	7,7	1,1	0	8,8 ≈ 9

Abondance relative taxon i = (nb d'individus de i / nb d'individus total) x 100

$$MCI = \left[\frac{1}{n} \sum_{i=1}^{i=n} s_i \right] \times 20$$

n : nombre total de taxa indicateurs
 si : score du taxon i

3. Résultats

A. Structuration des données (180 observations)

- **Typologie mésologique (ACM, 19 paramètres)** → environnement général, superficie du BV, ordre de drainage, granulométrie dominante
6 groupes
- **Typologie faunistique (ACP, 77 taxa)** → densité animale, richesse taxonomique, nombre de taxa polluo-sensibles (indice EPT)
5 groupes
- **Forte co-structure entre la faune et son milieu (co-inertie)**
 - environnement général, végétation des berges, signes d'érosion active (dépôts latéritiques), IBNC
 - richesse taxonomique, nombre de taxa polluo-sensibles
4 groupes

3. Résultats

A. Structuration des données (180 observations)

Typologie résultant de la coinertie



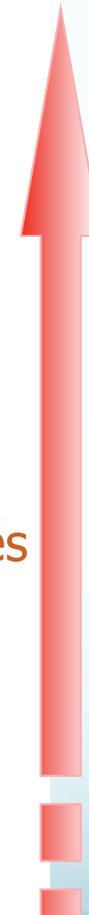
Impossible d'afficher l'image. Votre ordinateur manque peut-être de mémoire pour ouvrir l'image ou l'image est endommagée. Redémarrez l'ordinateur, puis ouvrez à nouveau le fichier. Si le x rouge est toujours affiché, vous devrez peut-être supprimer l'image avant de la réinsérer.

1. Stations préservées en milieu forestier Porouda, Néa...

2. Stations sur maquis minier, moyennement perturbées Taléa, Népia, Pandanus, ...

3. Cours inférieurs engravés des grandes rivières Dumbéa, Tontouta, ..

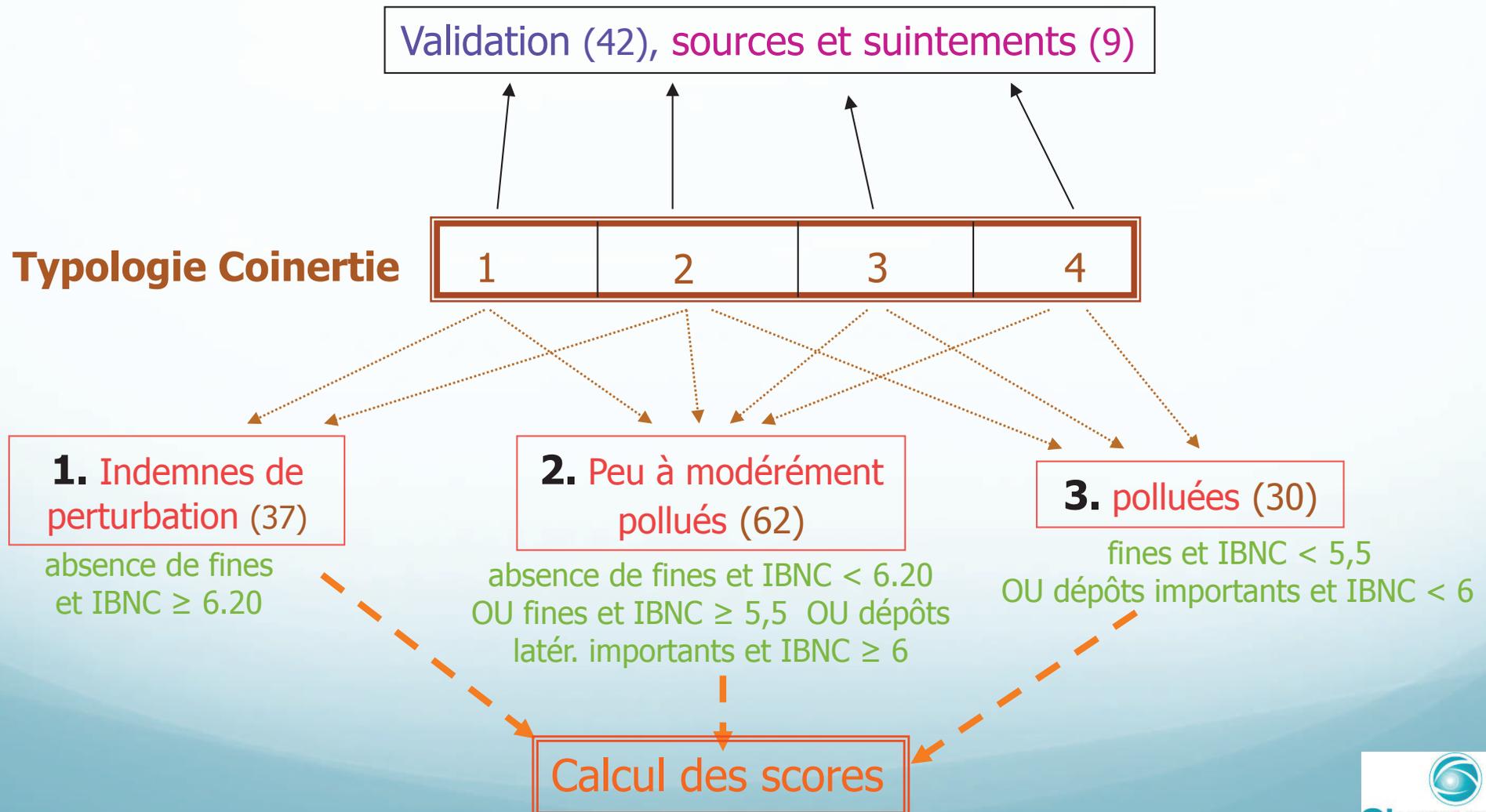
4. stations avec dépôts latéritiques importants Sud (Koué, Kadji, ..)



Rich. taxon.
Indice EPT

3. Résultats

B. Calcul des scores des taxons indicateurs



Mode de détermination des scores

	Classe 1 Indemnes de perturbations	Classe 2 Peu à moyennement polluées	Classe 3 Polluées	Total
Abondance relative moyenne du taxon i (%)	5,58	1,64	0	$5,58+1,64+0 = 7,22$
Coefficient de pondération	$5,58/7,22$ x 10	$1,64/7,22$ x 5	$0/7,22$ x 1	
Score	7,7	1,1	0	8,8 ≈ 9

Abondance relative taxon i = (nb d'individus de i / nb d'individus total) x 100

→ 97 % des scores obtenus selon cette formule (valeurs arrondies au nombre entier le plus proche)

3. Résultats

B. Calcul des scores des taxons indicateurs

- Scores compris entre 1 et 10
- Taxa non pris en compte :
 - rares (occurrence <3) : achètes ; Planorbiidae *Gyraulus sp.* ; Gerridae et Hydrometridae ; Ephydriidae et Muscidae ; Helicophidae et Kokiriidae; Dytiscidae et Gyrinidae
 - faiblement représentés (total individus < à 20) : Thiaridae *Melanoides sp.*; Corduliidae ; Leptoceridae *NGD sp.*
 - microbenthos (ostracodes, copépodes, hydracariens)
 - extrêmement fréquents : Hydropsychidae ; Chironomidae Tanytarsini et Tanypodinae

→ 56 taxa indicateurs

3. Résultats

➤ Exemple de scores de polluo sensibilité

	IBS	IBNC
TRICHOPTERES		
Ecnomidae	4	8
Hydroptilidae	3	5
Helicopsychidae	8	8
<i>Triplectides</i> (<i>Leptoceridae</i>)	8	6
DIPTERES		
Blephariceridae	4	10
Psychodidae	10	4
Forcipomyiinae	8	8
Simuliidae	6	/

3. Résultats

C. Détermination de l'IBS

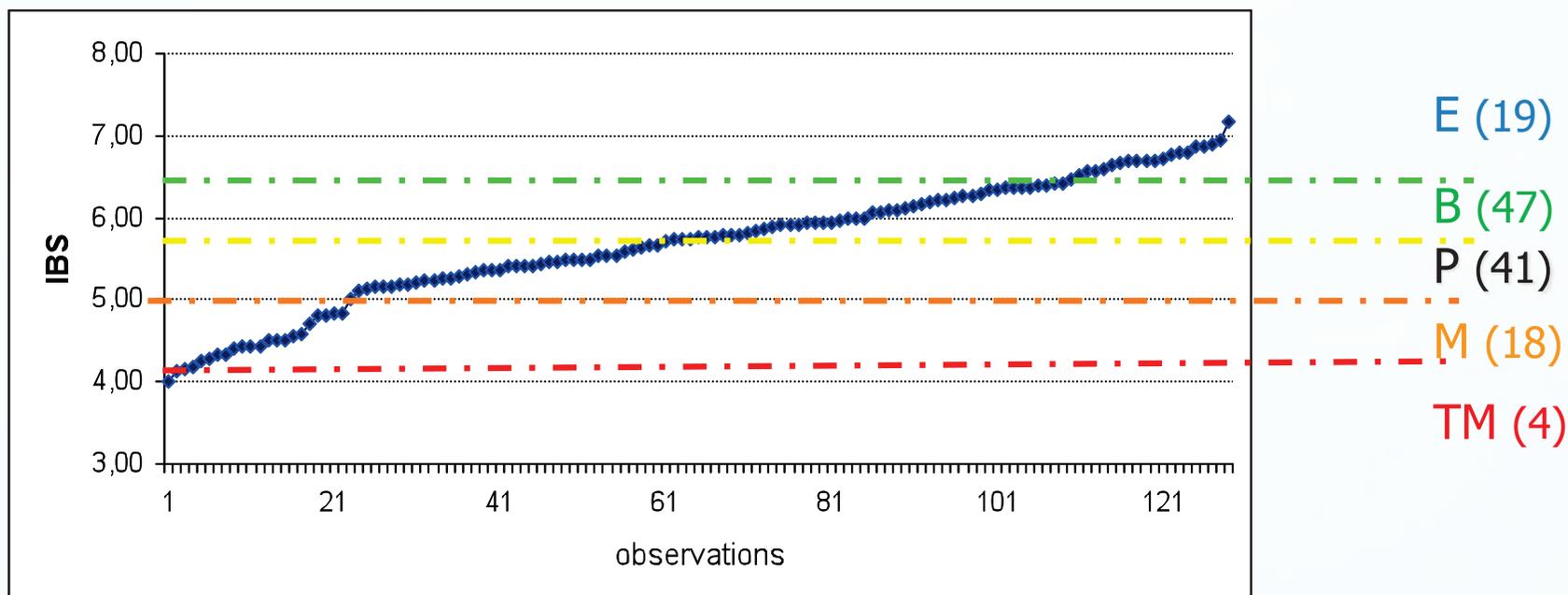
$$IBS = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^{i=n} S_i$$

n : nombre total de taxa indicateurs
si : score du taxon i

- Même protocole d'échantillonnage que l'IBNC
(filet surber 250 μm ; 5 prélèvements/station; milieu courant)

3. Résultats

D. Classes de qualité

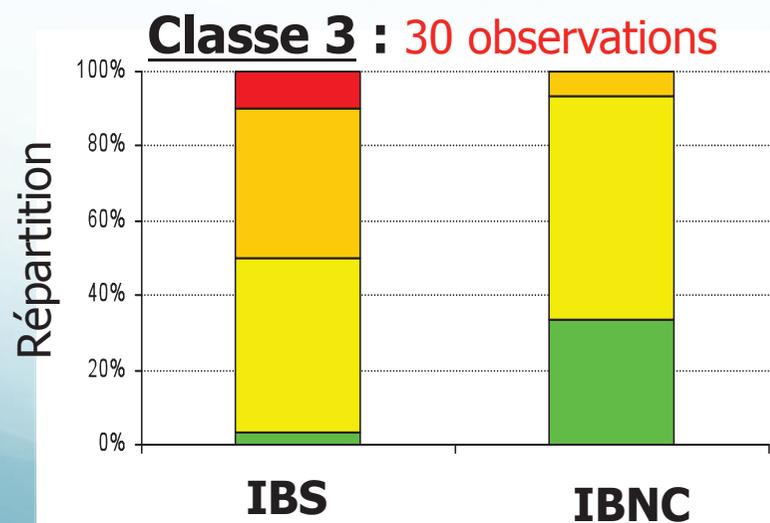
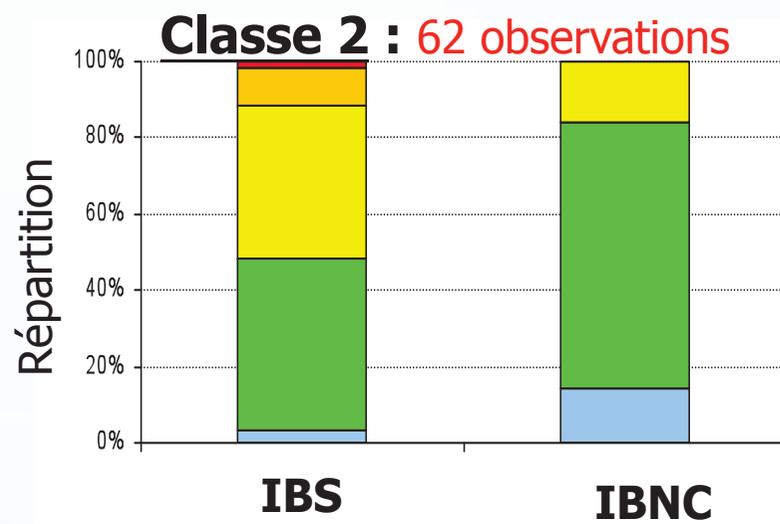
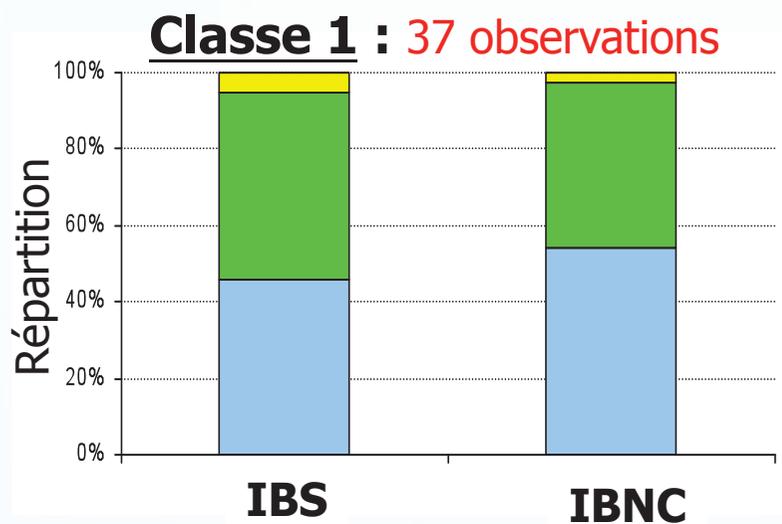


→ Sur avis d'expert

Indice Bio-Sédimentaire	Qualité
< 4,25	Très mauvaise
4,25 ≤ indice < 5,00	Mauvaise
5,00 ≤ indice < 5,75	Passable
5,75 ≤ indice < 6,50	Bonne
≥ 6,50	Excellente

3. Résultats

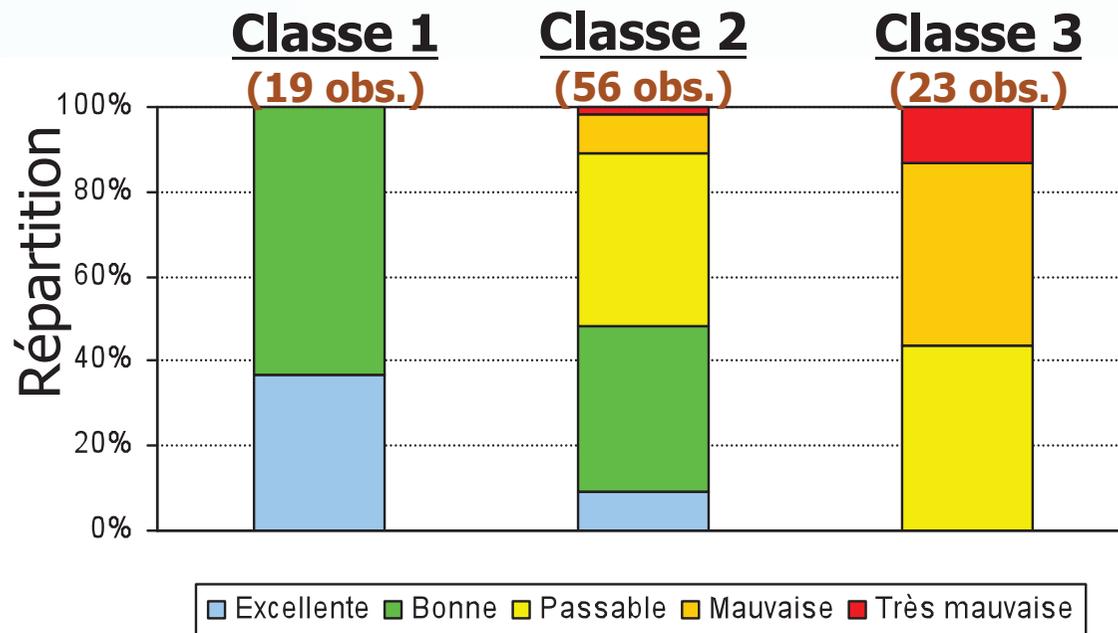
➤ IBS calculés pour les observations ayant permis le calcul des scores



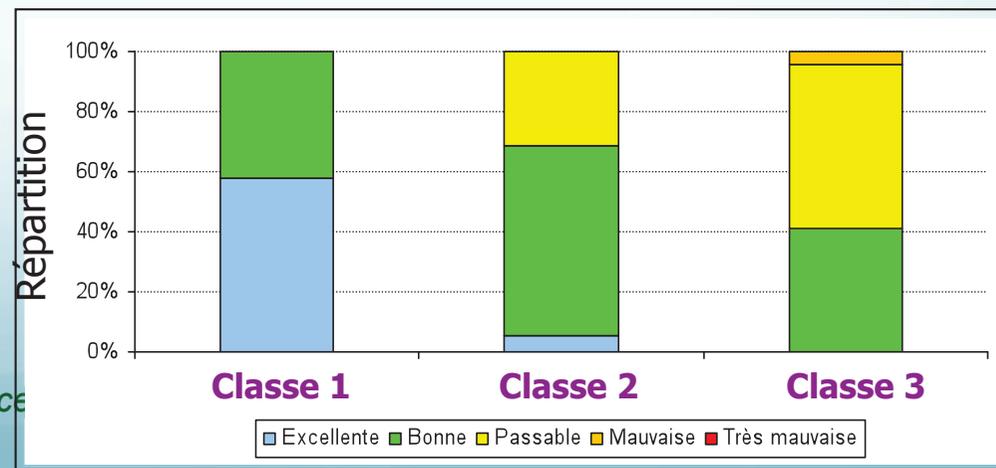
3. Résultats

E. Validation de la méthode (98 observations)

Valeurs d'IBS calculées



Valeurs d'IBNC



3. Résultats



Observations de la classe 1 :
exemptes de pollution
sédimentaire

Substrats ultramafiques

3. Résultats



Observations de la classe 2 :
peu à modérément polluées par
les sédiments fins

Substrats ultramafiques

3. Résultats



Observations de la classe 3 :
fortement perturbées par les
sédiments fins

Substrats ultramafiques

3. Résultats

F. Autres résultats

- **Variabilité temporelle** : 72 observations (36 stations)
→ pas de différence significative étiage / moyennes eaux (test non paramétrique sur échantillons appariés)
- **Polluants organiques** :
 - Si $IBS < 5$ (QB très mauvaise ou mauvaise) : pas de différence significative entre l'IBNC et l'IBS
 - Si $IBS > 5$ (QB excellente à passable) : il existe une différence significative entre l'IBNC et l'IBS → utilisation des indices en fonction de l'objectif recherché

4. Conclusions

A. Domaines d'utilisation

- Contrôle du bon fonctionnement d'ouvrages (confinement des sédiments, décanteurs, caniveaux, ...)
- Études d'impact ou de préféabilité sur substrats ultramafiques
- Contrôle et suivi en routine de la qualité des eaux
- Remise en état de sites dégradés (revégétation)
- Suivi restauration naturelle de sites dégradés

4. Conclusions

B. Limites d'utilisation

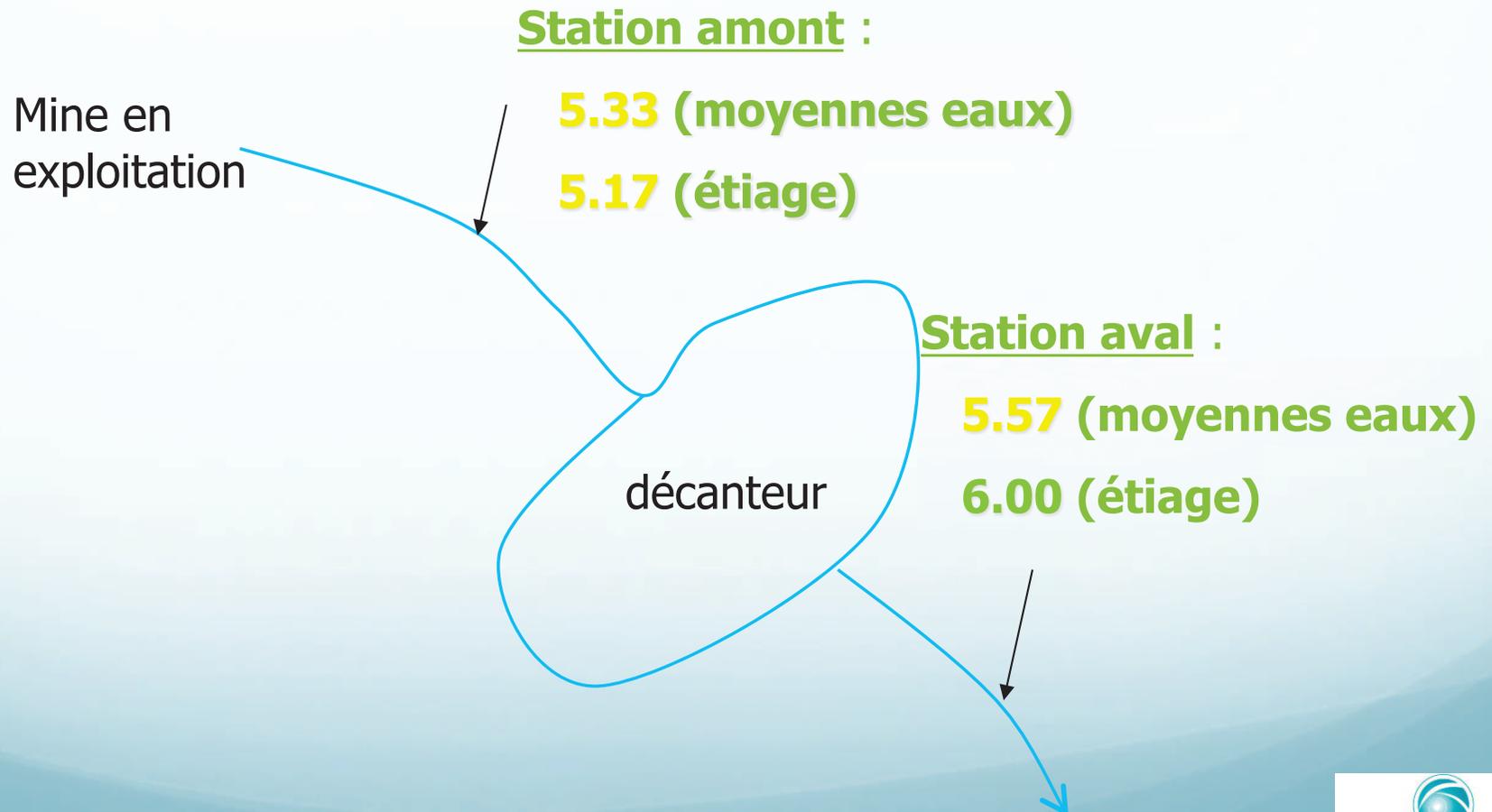
Perturbations	à dominante sédimentaire	à dominante de type organique	Sédimentaires et organiques
Substrat			
Ultramafique (zone d'influence directe)	IBS	IBNC	IBS et/ou IBNC?
Autre (substrat volcano-sédimentaire ou métamorphique)			

- Érosion naturelle difficilement dissociable des pollutions anthropiques.

5. Exemples d'utilisation de l'IBS

Suivi d'un ouvrage de confinement des sédiments sur site minier en activité

1/ cas d'un ouvrage implanté dans le lit du cours d'eau (cours supérieur)



5. Exemples d'utilisation de l'IBS

Suivi d'un ouvrage de confinement des sédiments sur site minier en activité

2/ cas d'un ouvrage en dérivation par rapport au cours principal

