



VALOREZ

ZABR

Détermination des valeurs de référence de l'IBGN et propositions de valeurs limites du "Bon État"

**Jean-Gabriel WASSON¹, André CHANDESRIIS¹, Hervé PELLA¹,
Laurence BLANC¹, Bertrand VILLENEUVE², Nicolas MENGIN²**

¹CEMAGREF
Département Gestion des Milieux Aquatiques
Unité de Recherche Biologie des Ecosystèmes Aquatiques
Laboratoire d'Hydroécologie Quantitative
Groupement de Lyon
3 bis Quai Chauveau, CP 220
69336 Lyon cedex 09
Tél. 04 72 20 87 87 - Fax 04 78 47 78 75

²VALOREZ
66, boulevard Niels Bohr
69100 Villeurbanne

Version 2
Document de travail
Janvier 2004

**Appui scientifique à la mise en œuvre de la
Directive Cadre Européenne sur l'Eau**
Convention 2003-2005 MEDD – Direction de l'Eau – Cemagref du 7 août 2003
*Annexe « Connaissances et développements
pour la mise en oeuvre de la directive cadre européenne »*

Avertissement :

Ce document de travail fait suite à deux documents préliminaires dans lesquels étaient présentés les premiers résultats concernant les valeurs de référence de l'IBGN (Wasson et al., 19 juin 2003) et des propositions de valeurs limites du "Bon Etat Ecologique" (Wasson et al., 8 juillet 2003).

Le présent document, à finalité opérationnelle, reprend les principaux éléments de méthodologie présentés dans les deux premiers documents, mais ne détaille pas les différentes étapes de l'analyse des données. Sa diffusion est limitée au groupe national DCE/ESC piloté par la Direction de l'Eau, ainsi qu'aux DIREN.

Les résultats présentés ici correspondent à l'analyse des données concernant les sites de référence pour l'IBGN qui ont pu être rassemblées à la date du 8 septembre 2003, à partir des réponses transmises par toutes les DIREN de métropole. Un travail spécifique est engagé pour les DOM.

Ces résultats tiennent partiellement compte des remarques qui ont été formulées par certaines DIREN à cette date. L'ajout de nouvelles données et une analyse plus poussée ont permis de valider, compléter, ou corriger les premières estimations, en tenant compte en particulier d'un biais inhérent à l'origine très diverse des données utilisées. De ce fait, pour certaines HER, des corrections parfois importantes ont été apportées aux premières estimations. (notamment pour l'HER 9 Tables Calcaires).

Bien que non totalement définitifs, ces résultats nous semblent suffisamment fiables pour être utilisés en vue de l'évaluation du "Risque de Non Atteinte des Objectifs" (RNAO) pour les rivières, dans le cadre de l'état des lieux demandé par la DCE. Il permettront aussi de réaliser des premières simulations sur l'application d'une limite de Bon Etat, et de réaliser des modèles pressions / impacts.

Ces valeurs sont susceptibles d'être affinées dans les prochains mois, notamment par comparaison avec d'autres données indépendantes (provenant de nouvelles sources). Nous attendons également un retour critique des opérateurs de terrain pour nous signaler toutes les inexactitudes ou incohérences qui pourraient être relevées dans ce document.

Sommaire

1. Objectifs de l'étude	1
2. Les données	1
2.1. Origine des données	1
2.2. Organisation des données	1
3. Méthodes	2
3.1. Sélection des sites IBGN de référence	2
3.2. Fixation des limites de classes	2
3.3. Approche théorique de la limite du bon état sur l'IBGN	3
3.3.1. Les critères de la Directive	3
3.4. Application à l'IBGN	4
3.4.1. Le GFI	4
3.4.2. La Richesse taxinomique	5
3.5. Calcul des valeurs IBGN limites de Très Bon Etat et de Bon Etat	6
3.5.1. Calcul des EQR	6
4. Analyse critique des données	8
4.1. Méthodes d'analyses statistiques	8
4.2. Distribution spatiale des données	8
4.3. Analyse préliminaire sur l'ensemble des HER	9
4.3.1. Effets de l'altitude et de la pente	9
4.3.2. Effet du Rang	9
4.4. Comparaison globale entre les trois jeux de données	11
4.5. Critique des données et analyse de l'effet opérateur	11
5. Résultats – Valeurs de référence et limites de classes	14
HER 1 : Pyrénées	16
HER 2 : Alpes Internes	18
HER 3: Massif Central Sud et HER 21 : Massif Central Nord	19
HER 4 : Vosges	24
HER 5 : Jura - PréAlpes du Nord	26
HER 6 : Méditerranée	28
HER 7 : PréAlpes du Sud	29
HER 8 : Cévennes	31
HER 9 : Tables calcaires	34
HER 10 : Cotes Calcaires Est	42
HER 11 : Causses aquitains	45
HER 12 : Massif armoricain	47
HER 13 : Landes	53
HER 14 : Coteaux aquitains	55
HER 15 : Plaine de Saône	58
HER 16 : Corse	59
HER 17 : Dépressions sédimentaires	62
HER 18 : Alsace	63
HER 19 : Grands Causses	64
HER 20 : Dépôts argilo-sableux	66
HER 22 : Ardennes	68
Références bibliographiques	69
Liste des figures	71
Liste des tableaux	73
Annexe I Note méthodologique pour la sélection de stations IBGN de référence	75
Annexe II Valeurs observées sur les jeux de données Cemagref et SIG strict	81
Annexe X - Tableau I – Nombre de stations et relevés par HER-I	82

1. Objectifs de l'étude

Ce document a pour but de donner les premiers résultats utilisables tirés de l'exploitation des jeux de données IBGN.

Dans un premier temps sont définies les valeurs de référence correspondant aux différents types de cours d'eau définis à l'échelle nationale à partir d'un croisement des hydro-écorégions (HER) et des rangs de Strahler (Wasson *et al.*, 2002). Seuls les types pour lesquels des sites de référence sont disponibles ont pu être traités ; les autres types, en particulier les grands cours d'eau, devront faire l'objet d'un travail spécifique de reconstitution des références par d'autres approches.

A partir de ces valeurs de référence sont proposées des valeurs correspondant aux limites des classes de "Très Bon Etat" (TBE, couleur Bleue) et de "Bon Etat" (BE, couleur Verte) au sens de la Directive Cadre Européenne sur l'Eau (DCE).

La méthodologie utilisée suit dans toute la mesure du possible les recommandations du guide européen "REFCOND" dans sa version finale du 30 avril 2003.

2. Les données

2.1. Origine des données

Les données IBGN utilisées dans cette étude proviennent de diverses sources :

- ❖ Données IBGN rassemblées lors d'études antérieures, notamment :
 - par l'Université de Metz pour la réalisation du "Système Expert IBGN" (Usseglio-Polatera & Beisel, 2002),
 - par le Cemagref pour l'étude des relations entre toxiques et IBGN dans le bassin RMC (Garric *et al.*, 2002).
 - (*Par le LEH de Toulouse pour la constitution de la base de données du bassin Adour-Garonne, (Cereghino et al., 2001) – en cours d'incorporation*).
- ❖ Données IBGN collectées par le Cemagref auprès du RNDE, des DIREN et des Agences de l'Eau dans le cadre de la présente convention et des précédentes.

D'autres données de peuplement d'invertébrés sont également utilisées :

- ❖ Données Invertébrés de la base de données propre au Cemagref, collectées à l'occasion de diverses études selon un protocole standardisé antérieur à l'IBGN (Wasson *et al.*, 1981).
- ❖ (*Autres données Invertébrés, notamment provenant du LEH de Toulouse pour la constitution de la base de données du bassin Adour-Garonne, (Cereghino et al., 2001) – en cours d'incorporation*).

2.2. Organisation des données

Une base de données IBGN nationale (GIRAFE) est en cours de constitution au Cemagref dans le cadre de la présente convention. Toutes ces données ont fait (et font encore) l'objet d'une validation minutieuse. Elles comportent toutes au minimum :

Pour chaque station : (*descriptif de la base station*)

Code RNB, nom rivière, nom station, zone hydrographique (ZH) (et situation ou non sur le drain principal de la ZH), coordonnées, typologie (HER-1, HER-2, Rang), altitude (*pente selon MNT*).

Pour chaque relevé : (*descriptif de la base relevés*)

La date et les 3 métriques de l'IBGN : Groupe Faunistique Indicateur (GFI), Richesse taxinomique et note IBGN.

Cette base comporte, (au 1^{er} décembre 2003), 2189 relevés provenant de 3670 stations. Les listes faunistiques sont déjà rassemblées pour plus de 1500 relevés et la collecte de ces informations se poursuit activement. La base de données faunistiques est en cours d'organisation. Les autres données (non IBGN) sont stockées dans des bases séparées.

3. Méthodes

3.1. Sélection des sites IBGN de référence

La sélection de sites IBGN de référence s'est faite de deux manières indépendantes :

- sélection à dire d'expert par les DIREN en s'appuyant sur un guide précisant la notion de référence (*Annexe I*). Nous avons utilisé les informations transmises par toutes les DIREN de métropole au 8 septembre 2003. Le jeu de données actuel comporte 347 stations totalisant 1532 relevés IBGN. Ce jeu comporte une trentaine de stations signalées "référence douteuses" par les DIREN qui ont été écartées lorsque leurs valeurs d'indice s'éloignaient nettement de celles des références "valides".
- traitement sous SIG selon un protocole dérivé de celui utilisé dans l'étude "*Constitution d'un réseau national de sites de référence*" (SIEE-Cemagref, 2002) en mettant en oeuvre les propositions d'amélioration préconisées à la fin de ce rapport. Le traitement sous SIG a fait l'objet de deux niveaux de sélection : une sélection "stricte" retenant 172 stations et une sélection "large" aboutissant à 561 stations. Chaque fois que possible, c'est le jeu de données "SIG strict" qui a été utilisé. (*voir détail de la méthodologie en annexe II*)

Ces jeux de données, que nous appellerons "SIG" et "DIREN", ont été comparés aux données invertébrés provenant de stations de référence propres au Cemagref dont les résultats ont été présentés dans le rapport sur les Hydro-écorégions (Wasson *et al.*, 2002). Ce jeu de données, totalement indépendant, a été enrichi de quelques stations provenant du LEH de Toulouse. Il servira à la validation des données IBGN.

Les distributions statistiques de ces trois jeux de données sont comparées entre elles dans le tableau annexe II. Notre interprétation se basera essentiellement sur les valeurs médianes. Toutefois, en ce qui concerne le jeu SIG, les critères de sélection ne prennent pas en compte les altérations morphologiques locales (non renseignées). Pour cette raison nous estimons qu'il est possible que certaines stations soient impactées et nous utiliserons également le 3^{ème} quartile (Q 75).

3.2. Fixation des limites de classes

Le guide REFCOND (*version finale*, § 3.8.1) indique trois possibilités pour la fixation des limites de classes selon la disponibilité de données correspondant à des sites de référence et des sites considérés en "bon état". Des exemples sont donnés dans la "boîte à outils" (*Tool 3*).

Méthode 1 - Dans le premier cas, on suppose que l'on dispose de données en nombre suffisant correspondant à des sites de référence et à des sites considérés comme représentatifs du "bon état". A partir de la distribution des valeurs dans chaque jeu de données, on détermine la valeur de référence comme la médiane des sites de référence, cette valeur étant choisie comme étant la plus robuste sur des petits jeux de données (¹cf. note). La limite inférieure de la classe est défini à partir d'un percentile donné de la distribution. Dans l'exemple proposé, c'est le 10^{ème} percentile qui est choisi. En appliquant le même principe au jeu de sites représentant le "bon état", on définit la limite du bon état sur la base du même percentile. Donc, dans cet exemple, la limite du bon état correspond au 10^{ème} percentile de la distribution des valeurs des sites considérés *a priori* en bon état.

Cette méthode suppose que l'on ait défini au préalable un jeu de sites en "bon état" sur la base des critères de pressions.

Méthode 2 - La deuxième méthode se résume à un avis d'expert qui doit être testé sur un jeu de données et confronté aux définitions normatives de l'annexe V de la DCE.

¹ Note REFCOND (note n°15 p 43 du guide REFCOND, version finale du 30 avril 2003)

The mean or median value from the distribution of reference site values are considered the most robust values to be used as the reference value in classification of ecological status (relatively few data/sites needed for sufficient confidence in RC). One disadvantage with using the mean or median value as the reference value is that many reference sites will fall outside the range 0-1 (>1). However, if sufficient amount of data from the reference population exist a high percentile (eg. the 75th, 90th or 95th percentile) may be used as the reference value. This would reduce the problem of many reference sites lying outside the range 0-1. On the other hand, reference values established this way will be very much influenced by extreme values. The conclusion is that the mean or median values from the reference site/data population is considered the best starting point when establishing the classification schemes for ecological status

Méthode 3 - Enfin la troisième approche suppose qu'on ait défini, comme dans le premier cas, sur la base d'un jeu de données de référence, la valeur de référence de la métrique et la limite du très bon état sur un percentile donné. Ensuite, on définit la valeur minimale de la métrique, et on divise l'étendue de la variation entre la limite TBE/BE et la valeur minimale en 4 intervalles égaux qui définissent les 4 classes restantes (vert, jaune, orange et rouge).

La première méthode supposerait un travail assez long et assez précis sur les relations pressions - impacts couplé à un avis des experts de terrain pour sélectionner un jeu de stations en "bon état" comme cela a été fait pour les stations de référence. Cette approche est envisageable mais nous ne disposons pas dans l'immédiat de ce jeu de données.

Nous utiliserons donc, pour cette première estimation, une combinaison des méthodes 2 et 3 proposées par le guide REFCOND.

Il convient d'abord de revenir aux "définitions normatives" de la DCE pour étayer l'avis d'expert sur certaines métriques.

3.3. Approche théorique de la limite du bon état sur l'IBGN

La DCE demande de tenir compte de 4 types de métriques pour évaluer le peuplement d'invertébrés : la composition taxinomique, l'abondance, le ratio de taxa sensibles et la diversité.

L'IBGN ne prend en compte que les deux dernières métriques : le GFI correspond à la présence de taxa sensibles, mais n'indique pas leur pourcentage dans la communauté ; la richesse taxinomique est une composante de la diversité, mais au sens écologique, la diversité devrait prendre en compte l'abondance relative des différents taxa.

Il faut donc souligner que, n'étant pas basé sur des données quantitatives, l'IBGN n'intègre que deux des quatre métriques requises par la DCE, et encore, de manière partielle, ce qui impose d'emblée une certaine prudence.

3.3.1. Les critères de la Directive

On rappellera ici que le critère général est un écart aux conditions de référence considéré comme "faible" pour le bon état et "modéré" pour l'état moyen.

Le tableau 1.2.1 de l'annexe V de la DCE pour les rivières donne les indications suivantes concernant les peuplements d'invertébrés :

Bon état

- Légères modifications dans la composition et l'abondance des taxa invertébrés par rapport aux communautés caractéristiques.
- Le ratio des taxa sensibles aux perturbations par rapport aux taxa insensibles indique une légère détérioration par rapport aux niveaux non perturbés.
- Le niveau de diversité des taxa invertébrés indique de légères détériorations par rapport aux niveaux non perturbés.

État moyen

- La composition et l'abondance des taxa invertébrés diffèrent modérément de celles des communautés caractéristiques.
- D'importants groupes taxinomiques de la communauté caractéristique font défaut.
- Le ratio des taxa sensibles aux perturbations par rapport aux taxa insensibles et le niveau de diversité des taxa invertébrés sont sensiblement inférieurs au niveau caractéristique et nettement inférieurs à ceux du bon état.

Remarque : La formulation de ce dernier paragraphe semble contradictoire car en français l'adverbe "nettement" paraît indiquer une déviation plus forte que "sensiblement". Le texte anglais dit : " The ratio of disturbance sensitive taxa to insensitive taxa, and the level of diversity, are *substantially* lower than the type specific level and *significantly* lower than for good status."

D'autres éléments indicatifs sont donnés dans la "boîte à outils" du guide REFCOND (*Tool 2*) concernant l'interprétation des peuplements d'invertébrés des rivières. Nous ne reprenons ici que ce qui concerne les métriques utilisées par l'IBGN : taxa sensibles et présence des principaux groupes taxinomiques.

Bon état

- ❑ **Taxons sensibles** : certains taxons connus pour être sensibles aux pressions auxquelles la masse d'eau est soumise peuvent être absents.
- ❑ Principaux groupes taxinomiques – la plupart des principaux groupes taxinomiques généralement rencontrés dans les situations de référence sont présents, mais l'abondance de certains groupes peut être plus faible, et occasionnellement certains groupes peuvent être absents.

État moyen

- ❑ **Taxons sensibles** : de nombreux taxons connus pour être sensibles aux pressions auxquelles la masse d'eau est soumise seront probablement absents.
- ❑ Principaux groupes taxinomiques – Certains groupes taxinomiques généralement rencontrés dans les situations de référence sont présents, mais l'abondance de certains groupes peut être faible, et quelques uns des principaux groupes taxinomiques sont absents.

Les indications de cette "boîte à outils" du guide REFCOND ne sont donc guère plus précises que celles de l'annexe V de la DCE, mais on retiendra que dans les deux cas l'absence de nombreux taxons sensibles et de groupes taxinomiques importants est un critère déclassant pour le bon état.

3.4. Application à l'IBGN

Des deux métriques qui constituent l'IBGN, la première (GFI), qui exprime une présence / absence de taxons sensibles, est plutôt qualitative tandis que la richesse peut être considérée comme une variable quantitative. Nous proposons donc d'appliquer au GFI la deuxième méthode proposée dans le guide REFCOND : évaluation à dire d'expert d'une limite correspondant aux définitions normatives de l'annexe V. En revanche la richesse taxinomique pourra être traitée selon la troisième méthode.

3.4.1. Le GFI

Dans l'IBGN, le GFI comporte 9 niveaux ; cependant, le dernier niveau qui correspond aux organismes les plus résistants qui soient, n'est en pratique jamais absent. La variation effective s'étend donc sur 8 points au maximum. Chacun de ces niveaux correspond à la disparition de plusieurs familles d'invertébrés ; et des groupes faunistiques importants comme les plécoptères, correspondent aux niveaux supérieurs.

On peut donc proposer pour cette métrique la règle suivante (*figure 1*) :

- Une diminution d'un point par rapport à la valeur limite du Très Bon État correspond encore au "bon état".
- Une diminution de deux points (soit 1/4 de la variation maximale du GFI) amène à un "état moyen".

(GFI Limite TBE) – 1 = Bon état

(GFI Limite TBE) – 2 = Etat moyen

Attention : la variation de cette métrique n'est pas linéaire, certains GFI sont naturellement absents de certaines HER.

L'une des difficultés pour l'utilisation de cette métrique vient du fait que sa variation n'est pas linéaire dans toutes les HER. En effet, d'après les résultats obtenus sur les sites de référence du jeu Cemagref, il apparaît que certains taxons utilisés comme GFI sont naturellement absents dans certaines régions. Il en résulte que la probabilité d'apparition d'un GFI donné, surtout pour les niveaux supérieurs, n'est pas la même dans toutes les HER (*tableau 1*).

Figure 1 : Principe de fixation de la limite du bon état pour la métrique GFI

HER	Alpes Intern. HER 2	MCentr Sud HER 3	Jura-PAIpN HER 5	Mediterr HER 6	PAIp Sud HER 7	Céven. HER 8	Tab. Calc. HER 9	Massif Armor. HER 12	DepArg Sab HER 20	MCentr Nord HER 21
Nb relevés	(n=73)	(n=39)	(n=9)	(n=13)	(n=33)	(n=31)	(n=20)	(n=11)	(n=3)	(n=16)
GFI										
9	0,97	0,87	1,00	—	1,00	0,94	—	0,91	0,67	1,00
8	0,16	0,90	0,78	0,92	0,45	0,81	0,25	0,64	—	1,00
7	0,97	1,00	1,00	1,00	1,00	0,94	0,90	0,91	1,00	1,00
6	0,97	1,00	1,00	—	1,00	0,90	1,00	0,82	1,00	1,00
5	1,00	0,97	1,00	1,00	0,97	0,97	0,70	0,73	0,67	0,94
4	0,86	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	0,82	1,00	1,00
3	0,77	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
2	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
1	0,99	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00

Tableau 1 : Fréquence d'apparition par HER des différents GFI dans les sites de référence du Cemagref (92 stations, 248 relevés).

Par exemple, dans l'HER "Alpes Internes", le GFI 8 n'est présent que dans 16% des relevés des sites de référence. Il en résulte que, si une pollution fait disparaître le GFI 9, c'est le groupe 7 qui restera, faisant ainsi baisser le GFI de 2 points, alors que dans d'autres régions comme le Massif Central Nord (HER 21), pour une pollution équivalente entraînant la disparition des plécoptères, le GFI ne baissera que d'un point.

Même si on ne tient compte que des fréquences inférieures à 0,5 ce cas se répète dans plusieurs HER, notamment pour le GFI 8, globalement moins bien représenté dans les faunes de référence. Nous en tiendrons compte pour la fixation des valeurs limites de Bon Etat, en ne considérant comme significativement présents que les GFI dont la fréquence d'apparition est supérieure à 0,5. Cette information n'est disponible pour le moment que pour le jeu de données Cemagref, car les listes faunistiques correspondant au jeu de données DIREN ne sont pas encore rassemblées en totalité. Dans l'immédiat, en l'absence d'information, nous considérerons que la distribution du GFI est linéaire.

3.4.2. La Richesse taxinomique

La limite du Très Bon Etat est fixée à partir du percentile 25% de la distribution des sites de référence. Concernant la valeur minimale de cette variable, on constate que la valeur 0 est extrêmement rare dans le jeu de données ; un IBGN de 1 (correspondant à 1 taxon) se rencontre dans moins de 1% des stations. Nous prendrons en première hypothèse cette valeur de 1 comme limite inférieure.

La limite du Bon Etat sur cette métrique correspond donc à :

$$Q25_{\text{réf}} - \{(Q25_{\text{réf}} - 1)\} / 4$$

On calculera à partir de cette valeur la classe de variété correspondante de l'IBGN.

Nombre de taxons

Limite TBE / BE = percentile 25% de la distribution des sites de référence

Limite BE / ME = On divise par 4 ce qui reste

Figure 2 : Principe de fixation de la limite du bon état pour la Richesse taxinomique.

3.5. Calcul des valeurs IBGN limites de Très Bon Etat et de Bon Etat

La valeur limite de chaque classe pour l'IBGN correspond à la combinaison des valeurs limites des deux métriques GFI et classe de variété.

Comme pour la définition des valeurs de référence, nous comparons les trois jeux de données :

- Sites de référence IBGN sélectionnés par les DIREN.
- Sites de référence IBGN sélectionnés par traitement sous SIG.
- Sites de référence Cemagref.

Les percentiles 25% sont utilisés pour les jeux de données Cemagref et DIREN ; et pour les raisons invoquées ci-dessus à propos de la sélection des sites de référence, les valeurs médianes pour le jeu SIG. Les données correspondantes sont indiquées dans le tableau en annexe.

On considère d'une manière générale dans tous ces calculs que la valeur de la limite inférieure d'une classe appartient à la classe considérée.

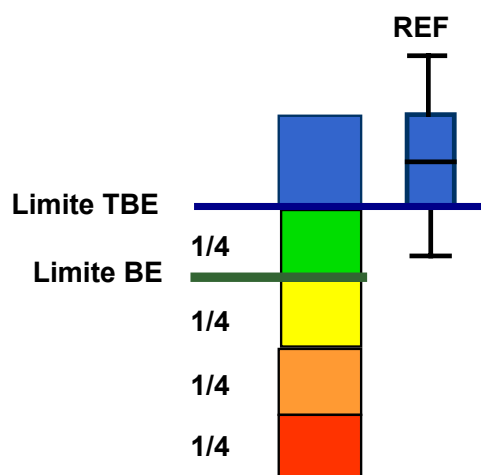


Figure 3 : Principe de calcul de la limite du Bon Etat pour une métrique quantitative. Méthode appliquée au nombre de taxons de l'IBGN.

3.5.1. Calcul des EQR

Le calcul des EQR (*Ecological Quality Ratio*) ou « Ratio de Qualité Ecologique » demandé par la DCE permet de normaliser la valeur observée d'un indice par rapport à sa valeur de référence, en tenant compte de la valeur minimale de l'indice. Ce ratio exprime donc un « écart à la référence » et c'est sur cette base que les valeurs des limites de classes peuvent être comparées entre différents types pour un même pays. En toute logique, la limite du Bon Etat correspondant à un « écart léger » devrait se traduire par des EQR à peu près équivalents pour tous les types. Pour l'exercice d'intercalibration, la comparaison des limites de classes entre les états membres se fera sur la base des EQR.

L'EQR varie entre 0 pour la valeur minimale de l'indice et 1 pour la valeur de référence ; puisque l'on prend comme valeur de référence la médiane des valeurs observées sur les sites de référence, on admet implicitement que des valeurs > 1 peuvent être observées sur certains sites.

La valeur minimale de l'indice est également importante pour le calage des EQR. Pour l'IBGN, si la valeur zéro est théoriquement possible (absence totale de faune), cette situation n'a été observée qu'une fois sur plus de 10.000 relevés (*tableau 2*). La valeur 1 est plus réaliste comme valeur limite, nous prendrons donc $EQR(IGBN) = 0$ pour $IGBN = 1$.

Sur ces bases, nous avons calculé les EQR correspondant aux différentes valeurs de l'IBGN pour des valeurs de référence comprises entre 20 et 10. Cette table de correspondance générale permettra d'exprimer en EQR les différentes limites de classes qui seront proposées.

		IBGN de référence										
		20	19	18	17	16	15	14	13	12	11	
IBGN Observé	EQR	20	1,00	1,06	1,12	1,19	1,27	1,36	1,46	1,58	1,73	1,90
	19	0,95	1,00	1,06	1,13	1,20	1,29	1,38	1,50	1,64	1,80	
	18	0,89	0,94	1,00	1,06	1,13	1,21	1,31	1,42	1,55	1,70	
	17	0,84	0,89	0,94	1,00	1,07	1,14	1,23	1,33	1,45	1,60	
	16	0,79	0,83	0,88	0,94	1,00	1,07	1,15	1,25	1,36	1,50	
	15	0,74	0,78	0,82	0,88	0,93	1,00	1,08	1,17	1,27	1,40	
	14	0,68	0,72	0,76	0,81	0,87	0,93	1,00	1,08	1,18	1,30	
	13	0,63	0,67	0,71	0,75	0,80	0,86	0,92	1,00	1,09	1,20	
	12	0,58	0,61	0,65	0,69	0,73	0,79	0,85	0,92	1,00	1,10	
	11	0,53	0,56	0,59	0,63	0,67	0,71	0,77	0,83	0,91	1,00	
	10	0,47	0,50	0,53	0,56	0,60	0,64	0,69	0,75	0,82	0,90	
	9	0,42	0,44	0,47	0,50	0,53	0,57	0,62	0,67	0,73	0,80	
	8	0,37	0,39	0,41	0,44	0,47	0,50	0,54	0,58	0,64	0,70	
	7	0,32	0,33	0,35	0,38	0,40	0,43	0,46	0,50	0,55	0,60	
	6	0,26	0,28	0,29	0,31	0,33	0,36	0,38	0,42	0,45	0,50	
	5	0,21	0,22	0,24	0,25	0,27	0,29	0,31	0,33	0,36	0,40	
	4	0,16	0,17	0,18	0,19	0,20	0,21	0,23	0,25	0,27	0,30	
	3	0,11	0,11	0,12	0,13	0,13	0,14	0,15	0,17	0,18	0,20	
	2	0,05	0,06	0,06	0,06	0,07	0,07	0,08	0,08	0,09	0,10	
	1	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	

Tableau 2 : Table de correspondance indiquant les Ratios de Qualité Ecologique (EQR) correspondant à toute valeur de l'IBGN entre 20 et 1 pour des valeurs de référence comprises entre 20 et 11.

IBGN	Nb obs.	%	IBGN	Nb obs.	%
20	219	2,05%	9	484	4,54%
19	279	2,62%	8	453	4,25%
18	483	4,53%	7	437	4,10%
17	699	6,56%	6	280	2,63%
16	953	8,94%	5	182	1,71%
15	1165	10,93%	4	117	1,10%
14	1137	10,67%	3	64	0,60%
13	1159	10,87%	2	57	0,53%
12	996	9,35%	1	35	0,33%
11	776	7,28%	0	1	0,01%
10	682	6,40%	Total	10658	

Tableau 3 : Fréquence d'observation des valeurs de l'IBGN dans la base de données globale.

4. Analyse critique des données

4.1. Méthodes d'analyses statistiques

Dans la mesure où les échantillons sont hétérogènes, des contraintes d'analyse importantes sont imposées. Pour tester un effet, la méthode la plus souvent utilisée est l'ANOVA à un facteur suivie d'un test post-hoc de comparaison multiple. Mais les contraintes sur la normalité et l'hétéroscédasticité des données étant très peu fréquemment respectées dans nos échantillons, nous avons choisi de travailler avec des procédures de tests non paramétriques.

Pour tester un effet sur une variable, nous avons utilisé le test des rangs de Kruskal-Wallis² (1952) qui permet de comparer k échantillons, soit les k modalités du facteur effet testé. Ce test permet de déterminer statistiquement un effet significatif global du facteur.

Dans le but de déterminer les différences entre les k modalités du facteur, nous avons ensuite implémenté sous Splus 6 un test non paramétrique de comparaison multiple basé sur la méthode de Conover (1980).

Nous avons ainsi déterminé en deux temps, pour chaque HER-1, l'effet possible des facteurs HER-2 Rang et DIREN sur les variables IBGN, GFI et richesse. Lorsqu'un effet significatif est détecté, l'effet de chacune des modalités du facteur en cause est évalué.

Pour représenter les distributions de valeurs relevées pour chaque facteur au sein d'une HER, nous avons utilisé des boîtes à moustaches qui, comme le montre le schéma ci-dessus, permettent de visualiser les caractéristiques principales de l'étendue de ces valeurs.

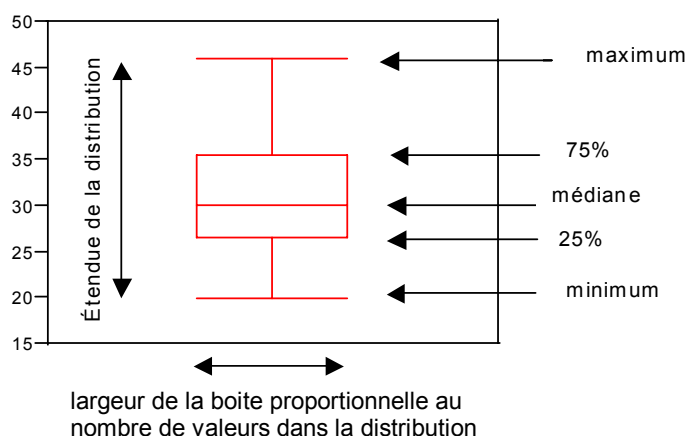


Figure 4 : Représentation d'une boîte à moustaches et explication de ses caractéristiques remarquables.

4.2. Distribution spatiale des données

Au total, le jeu de données de sites de référence sélectionnés par les DIREN ("RefDIREN") comporte 1532 ? 1188 relevés répartis sur 347 ? 305 stations (*carte 1 annexe...*). Ce jeu est plus fourni que celui obtenu sur les mêmes données par sélection stricte sous SIG (421 relevés pour 172 stations) (*carte 2 annexe ...*) ; ceci s'explique par deux raisons :

- la sélection sous SIG se fait au niveau des zones hydrographiques, ce qui aboutit à éliminer toutes les stations d'une ZH impactée, alors que la sélection à dire d'expert permet de sélectionner des sites non impactés dans une ZH qui peut être éliminée par la sélection SIG.
- les critères de sélection à partir de l'occupation des sols (en particulier par les cultures) sont appliqués de manière plus stricte par la sélection sous SIG que par les experts. C'est ce qui explique que dans le jeu "SIG strict" aucun site de référence n'est sélectionné dans les HER majoritairement occupées par des cultures.

Par ailleurs, le jeu Cemagref, qui comporte 248 relevés sur 92 stations (*carte 3 annexe ...*), ne couvre qu'une dizaine d'HER, mais les sites sont répartis sur un transect nord-ouest sud-est qui permet de bien représenter la diversité des conditions géographiques en métropole.

Les stations du jeu "Ref-DIREN" proviennent des 22 DIREN de métropole, (*tableau 1 annexe X*) mais sont réparties très inégalement selon les HER. Cependant, les HER les plus vastes, Massif Armoricaïn (12), Tables Calcaires (9), et Côtes Calcaires Est (10) disposent de nombreux sites de référence.

² Sauf indication contraire, c'est le test des rangs de Kruskal-Wallis qui est utilisé

Trois HER, la plaine de Saône (15), les dépressions sédimentaires (17) et les Grands Causses (19), n'ont aucun site de référence. Il faut aussi noter la sur-représentation de sites dans le Morvan (HER-2 87), dont on tiendra compte pour l'analyse.

4.3. Analyse préliminaire sur l'ensemble des HER

Une première analyse a été réalisée sur l'ensemble des HER de type 1 sans tenir compte d'autres paramètres (HER-2, rang ou autre...). Le tableau 4 ci-dessous présente pour chaque HER-1 la distribution statistique des valeurs observées pour le GFI, le nombre de taxons et l'IBGN.

HER	GFI			Richesse			IBGN		
	25%	Median	75%	25%	Mediane	75%	25%	Median	75%
1	7	9	9	22	29	33	13	17	18
2	9	9	9	13	19	23	13	14	15
3	7	9	9	22.5	31	40	14.25	17	18
4	7	8.5	9	25.25	27.5	35.5	15	16	17
5	7	7	8	26	30	35	14	15	17
6	8	8	9	29	32	37	16	17	19
7	9	9	9	18	22	25.5	14	15	16
8	9	9	9	20.75	25	32.5	14	15.5	17.25
9	6	7	7	26	31	36	13	15	16
10	7	7	8	29	35	41	15	16	18
11	7	8	8	28.25	31.5	35.75	14	16	17
12	7	8	9	27.5	32	36	14	16	18
13	7	7	8	27.5	31	35	15	16	17
14	7	9	9	23	27	29.25	14	15.5	17
16	8	8	8.5	30	34	37	16.5	17	18
18	5	7	7.75	23.25	30.5	34	11.25	15	16
20	7	7	8	28	33	37.5	15	16	17
21	8	9	9	35	39	44	18	19	20
22	9	9	9	35	36.5	38	18	18.5	19

Tableau 4 : Distribution statistique (1^{er} quartile, médiane, 3^{ème} quartile) des valeurs des métriques de l'IBGN par HER-1. Jeu de données RefDIREN complet, 1188 relevés.

Ce tableau montre que pour le jeu RefDIREN, les valeurs médianes diffèrent de manière significative selon les HER-1 (Test ?) et s'échelonnent de 19 à 39 taxons pour la richesse, de 7 à 9 pour le GFI, et de 14 à 19 pour l'IBGN. Nous avons également recherché l'effet des autres facteurs qui peuvent intervenir dans la typologie.

4.3.1. Effets de l'altitude et de la pente

Ni l'altitude de la station, ni la pente correspondante des thalwegs calculée à partir du MNT à 250m n'influent de manière significative sur l'IBGN.

4.3.2. Effet du Rang

Sur l'ensemble des données, le rang du cours d'eau n'intervient pas de manière significative pour les rangs 1 à 4. Par contre, les valeurs médianes des 3 métriques sont significativement inférieures pour les rangs 5 (tests Wilcoxon & Kruskal-Wallis, somme des rangs, $p < 0,001$) (tableau 5 et figure 5).

Rang	GFI			Richesse			IBGN		
	25%	Median	75%	25%	Median	75%	25%	Median	75%
1	7	8	9	28	35	40	15	17	19
2	7	8	9	27	32	39	15	16	19
3	7	8	9	28	34	39	15	17	18
4	7	8	9	27	33	38	15	17	18
5	6	7	8	26	30	35	13	15	16

Tableau 5 : Distribution statistique (1^{er} quartile, médiane, 3^{ème} quartile) des valeurs des trois métriques de l'IBGN en fonction du rang du cours d'eau dans l'ensemble du jeu de données « RefDIREN » (1188 relevés).

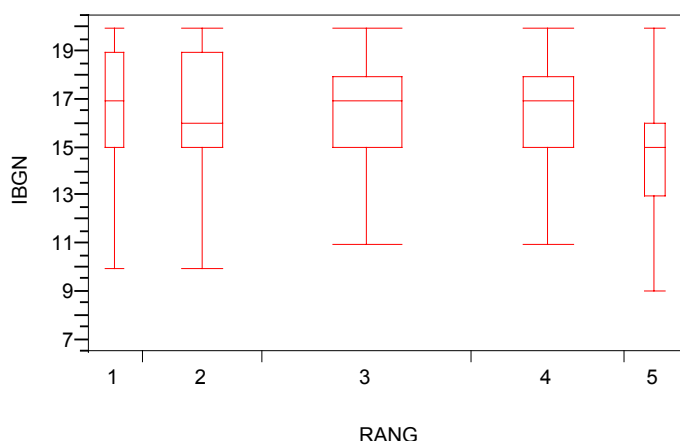


Figure 5 : Effet du rang sur l'IBGN sur l'ensemble du jeu de données « RefDIREN ».

Ces résultats nous confirment que l'effet « hydro-écorégion » est bien la source essentielle de variation des valeurs de référence de l'IBGN, l'effet du rang n'intervenant que secondairement, et celui des facteurs pente ou altitude, pris indépendamment, s'avérant négligeable.

Il est donc tout à fait justifié de proposer en première approche des valeurs de référence par HER-1.

Cependant, la diminution significative des valeurs pour le rang de Strahler 5 pose le problème de l'effet du rang sur l'IBGN. Cette diminution peut être due à deux causes totalement indépendantes :

- un réel effet naturel qui devrait donc être pris en compte,
- ou un biais dans la sélection des sites de référence à dire d'expert.

Examinons ces deux hypothèses :

En théorie, une variation d'amont vers l'aval des valeurs de référence de l'IBGN est tout à fait possible. En effet, certaines théories comme le « River Continuum Concept » (Vannote *et al.*, 1980) postulent que la diversité des peuplements d'invertébrés est maximale dans les cours d'eau de taille moyenne (correspondant aux rangs 4 à 6), en liaison avec une plus grande diversité des conditions d'habitat au sens large incluant les facteurs thermiques, physiques et trophiques. Ce postulat est vérifié sur certaines données concernant la richesse spécifique des insectes aquatiques aux USA (REF à vérifier, Petersen) ou en France (Verneaux). Toutefois cette tendance pourrait être compensée dans les zones aval par l'accroissement de la diversité des communautés « non insectes », notamment les mollusques (Mouthon, 1981).

En revanche, les taxons qui interviennent dans les niveaux supérieurs du GFI sont plutôt liés à des conditions d'oxygénation et de charge organique (REF à AJOUTER Doledec 1992 ? Usseglio 2002 ?). Ils ne sont donc pas indépendants des variations naturelles de ces facteurs notamment sous l'effet de la température et de la vitesse du courant. Une diminution naturelle de la fréquence d'apparition de ces taxons dans des cours d'eau plus chauds et plus lents est donc probable, ce qui pourrait entraîner une baisse du GFI de référence de l'amont vers l'aval.

Ces deux phénomènes, augmentation de la richesse et baisse du GFI, devraient se compenser pour aboutir à une note IBGN relativement stable dans les cours d'eau de taille petite et moyenne, soit pour la gamme de rang 1 à 5 étudiée ici. Or nous constatons au contraire une relative stabilité des deux métriques dans les rangs 1 à 4 et une baisse simultanée pour le rang 5 qui aboutit à une diminution significative de l'IBGN.

La deuxième hypothèse, celle d'un biais dans la sélection des sites de référence, n'a évidemment rien de théorique. Il est effectivement difficile, sinon impossible, de trouver en métropole des cours d'eau de rang 5 dont le bassin ne soit pas significativement anthropisé. Il n'en reste pas moins vrai que :

- Il n'est pas certain que l'anthropisation du bassin doive se traduire nécessairement par une diminution des métriques relativement robustes de l'IBGN ; dans le cas contraire, c'est plutôt une dégradation progressive qui devrait être observée.
- Les experts des DIREN n'avaient aucune obligation à fournir des sites de référence de rang 5, d'ailleurs peu nombreux dans le jeu de données ; il n'y a pas de raison objective de croire que leur sélection ait été moins stricte dans ce cas.

Ces quelques remarques ne permettent pas de conclure de manière globale sur les valeurs de référence pour les rangs 5. En réalité, vu le très fort effet « hydro-écorégion » observé dans les données, il est tout à fait possible que la variation naturelle longitudinale de l'IBGN s'effectue de manière très différente selon les HER, comme cela a été observé sur les peuplements de poisson du bassin de la Loire (REF Boët & Belliard, 1997). Il est tout à fait possible que dans certains contextes géographiques, une diminution des valeurs de l'IBGN pour les rangs 5 s'explique par des facteurs naturels. La variation des valeurs de référence selon les rangs sera donc discutée pour chaque HER.

4.4. Comparaison globale entre les trois jeux de données

Les tableaux XX et XX présentés en annexe X donnent les distributions par HER-1 des métriques pour les jeux de données RefDIREN, SIG (strict ou large selon la cas) et Cemagref.

Un premier examen de ces tableaux montre que ces données sont relativement cohérentes, et en particulier, que la hiérarchie des valeurs par HER et l'étendue globale de variation de l'IBGN (de 14 à 19) est respectée. Le jeu Cemagref étant totalement indépendant des données DIREN, cette remarque confirme d'une part la validité de l'approche par HER, et d'autre part la fiabilité des valeurs de référence qui seront proposées ainsi que leur (relative) robustesse par rapport au protocole d'échantillonnage.

4.5. Critique des données et analyse de l'effet opérateur

Les données IBGN proviennent de divers opérateurs, les relevés étant effectués soit par les hydrobiologistes permanents ou vacataires des DIREN (SEMA), soit par les services départementaux (SATESE), soit sous-traités à des bureaux d'études ou à des universités. Bien que le protocole IBGN soit standardisé, des écarts importants allant jusqu'à 3 points d'IBGN ont été mis en évidence dans certaines HER en fonction de la DIREN de provenance des données. Cet effet « opérateur », que nous appelleront « effet DIREN », peut biaiser fortement les résultats de certaines HER puisque l'étendue d'une classe de qualité est de 3 ou 4 points. Il est donc impératif, avant de déterminer les valeurs de référence et les limites de classes, de normaliser les données pour compenser autant que possible cet effet DIREN.

		HER-1																						
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	16	17	18	20	21	22	moy. des medienes		
DIREN	MIDIPYRENEES	14		16								12			13								14	
	AUVERGNE			15					14												16		15	
	CHAMPAGNEARDENNES									14	15												15	
	PICARDIE									14	15											19	16	
	ALSACE				15	11													15				14	
	POITOUCHARENTES										14				12								15	
	RHONEALPES		13	18		15	18	15	15					12							18		16	
	CENTRE										17										16		17	
	PAYSDELALOIRE										14				16								15	
	CORSE																	18					18	
	HAUTENORMANDIE										15												15	
	LIMOUSIN																					17	17	
	BRETAGNE																						16	
	FRANCHECOMTE					16	16																16	
	ILEDEFRANCE											17											17	
	PACA			15				17	15														16	
	BASSENORMANDIE											17											17	
	LANGUEDOCROUSSILLON	18								18													18	
	LORRAINE					17						17											17	
	AQUITAINE												16			16	16						16	
BOURGOGNE				19							17							20			19	19		
moy. des medienes		16	14	17	16	14	17	15	16	15	16	14	15	16	15	18	20	15	17	17	19	16		

Tableau 6 : Valeurs médianes d'IBGN par HER-1 pour chaque DIREN

Une première analyse réalisée sur les données de l'ensemble des hydro-écorégions montre qu'il y a bien un effet DIREN global significatif sur la Richesse, le GFI et l'IBGN (test de Kruskal-Wallis, $p = ???$).

Le tableau 6 donne les valeurs médianes d'IBGN par HER-1 pour chaque DIREN. Nous avons surligné en jaune les valeurs inférieures à la moyenne des médianes de l'HER et en rouge les valeurs supérieures à la moyenne.

Il apparaît que certaines DIREN ont des valeurs de référence systématiquement plus basses (Auvergne, Champagne-Ardenne, Midi-Pyrénées, Picardie, etc.) ou systématiquement plus hautes (Aquitaine, Basse-Normandie, Bourgogne, Bretagne, Ile de France, Languedoc-Roussillon) que les autres DIREN présentes sur la même HER. Des résultats similaires peuvent être observés pour le GFI et le nombre de taxons.

A partir des résultats précédents, on peut distinguer trois groupes de DIREN : celles qui ont des valeurs basses, celles qui ont des valeurs dans la moyenne et celles qui ont des valeurs hautes.

Les DIREN qui présentent des valeurs moyennes sont soit les seules à fournir des valeurs pour une HER (ex : Corse, Alsace), soit entourées de DIREN qui notent au même niveau (ex : Rhône Alpes et PACA), soit entourées de DIREN qui notent haut et bas (ex : Limousin dans les HER du Massif Central). Il faut également tenir compte du nombre de relevés par DIREN dans chaque HER (*tableau 6 ?*) pour assurer la validité des comparaisons (ex : Pays de Loire avec 3 stations dans l'HER 9 et 24 dans l'HER 12).

Comment normaliser les données ?

Il apparaît donc difficile de considérer ces valeurs « moyennes » comme systématiquement sous-évaluées par rapport aux valeurs « hautes ». La différence reste aussi dans la marge d'incertitude, de l'ordre de 1 point, de la méthode IBGN. En revanche, une différence de notation est certaine, quelle qu'en soit la cause, entre les valeurs « hautes » et « basses ».

Compte tenu des remarques précédentes, une normalisation par la moyenne ou la médiane des valeurs serait à la fois peu fondée scientifiquement et difficile à mettre en pratique car elle conduirait à ajuster les données de presque toutes les DIREN.

Nous avons donc opté pour une solution plus logique consistant à baser les valeurs de référence sur les données des DIREN « hautes » et « moyennes », ce qui conduira à affecter un correctif systématique (de -2 ou -3 points) aux données de six DIREN dont les notations sont manifestement « basses ». De plus, dans chaque HER, des tests ont été réalisés pour détecter des éventuelles différences de notation entre les DIREN « hautes » et « moyennes ». Ces tests nous ont conduit dans un seul cas à affecter un correctif de -1 à la DIREN Limousin.

Ce choix s'appuie sur les considérations suivantes :

- Principe de précaution : pour respecter l'esprit et les principes énoncés dans la DCE, il convient de définir des valeurs de référence de la manière la plus rigoureuse possible en tenant compte des incertitudes qui pourrait biaiser les données. On notera que ce choix ne change pas la gamme des valeurs de référence (de 14 à 19 selon les HER) et ne préjuge en rien de la valeur opérationnelle de la limite du bon état qui sera fixée au terme de l'exercice d'intercalibration.
- Comparaison avec des données indépendantes : les valeurs du jeu de données Cemagref (et quelques stations du LEH Toulouse) correspondent systématiquement à la gamme des valeurs « hautes » des données DIREN. On notera aussi que les données particulièrement nombreuses provenant de la DIREN Bourgogne, qui présentent les notes les plus élevées, ont été fournies par différents opérateurs indépendants parmi lesquels l'Université de Dijon.
- Applicabilité pratique : il sera relativement facile, pour la réalisation de l'état des lieux, d'affecter un correctif systématique aux données d'un petit nombre de DIREN en vue d'évaluer le risque de non atteinte des objectifs.

Les cinq DIREN Auvergne, Champs-Ardenne, midi-Pyrénées, Picardie et Poitou-Charentes ont été identifiées comme ayant les notations les plus basses.

La DIREN Alsace constitue un cas particulier car ses valeurs sont cohérentes avec celles des DIREN voisines sur les stations qui ont été identifiées comme de « bonnes » référence, mais tous les sites proposés dans l'HER 18 « Alsace » sont considérés comme des références douteuses. Ce cas sera donc considéré différemment.

Nous pouvons alors déterminer l'écart des valeurs médianes de ces cinq DIREN aux valeurs de référence calculées avec les autres DIREN fournissant des valeurs moyennes et hautes (sans la DIREN Alsace) (*tableau 7*). Ces écarts seront recalculés au niveau de chaque HER pour déterminer le correctif à apporter aux valeurs des DIREN concernées.

DIREN	GFI	Écart/ DIREN hautes	richesse	Écart/ DIREN hautes	IBGN	Écart/ DIREN hautes
DIREN "hautes"	8		34		17	
Auvergne	9	+1	24	-3	15	-2
Champagne-Ardenne	7	-1	28	-2	14	-3
Midi-Pyrénées	7	-1	26	-2	14	-3
Picardie	6	-2	27	-2	14	-3
Poitou-Charentes	7	-1	28	-2	14	-3

Tableau 7 : Ecart moyen des valeurs de référence des métriques de l'IBGN entre les DIREN à notation « haute » et les DIREN à notation « basse ».

Toutefois, ce correctif ne peut être considéré comme identique sur toute la gamme de variation de l'IBGN car des valeurs négatives de cet indice sont exclues. Nous avons donc normalisé les limites à partir des EQR. Pour chaque DIREN concernée, des limites de classes ont été recalculées à partir de la valeur de référence de la DIREN à corriger, en cherchant la valeur de l'IBGN qui correspond, pour chaque type, à un EQR équivalent. Cette solution assure une meilleure homogénéité des limites de classes entre DIREN.

5. Résultats – Valeurs de référence et limites de classes

Le tableau suivant (tableau 8) reprend les principaux résultats obtenus sur 20 des 22 HER pour lesquelles des sites de référence étaient disponibles.

N°	Nom HER-1	Type	Référence	Limite TBE		Limite BE	
			IBGN	IBGN	EQR	IBGN	EQR
1	Pyrénées	général	17	16	0,94	13	0,75
2	Alpes Internes	général	14	13	0,92	10	0,69
3 & 21	Massif Central Sud et Nord	Rangs 1 à 4	19	17	0,89	14	0,72
		Rangs 5	15	14	0,93	11	0,71
4	Vosges	général	17	15	0,88	12	0,69
5	Jura PréAlpes du Nord	général	16	15	0,93	12	0,73
6	Méditerranée	général	17	16	0,94	13	0,75
7	PréAlpes du Sud	général	15	14	0,93	11	0,71
8	Cévennes	général	18	16	0,88	13	0,71
		HER2 70	16	14	0,87	12	0,73
9	Tables Calcaires (sauf HER-2 57)	Rangs 1 & 2	17	16	0,94	13	0,75
		Rang 3	17	15	0,88	12	0,69
		Rangs 4 & 5	15	14	0,93	11	0,71
	Tables Calcaires	HER2 57	15	14	0,93	10	0,64
10	Cotes Calcaires Est	Rangs 1 à 3	16	15	0,93	12	0,73
		Rangs 4 & 5	18	17	0,94	14	0,76
11	Causses Aquitains	général	16	15	0,93	12	0,73
12	Massif Armoricaïn	HER-2 55, 59 & 118	17	16	0,94	13	0,75
		HER-2 58 & 117	16	14	0,87	12	0,73
13	Landes	général	16	15	0,93	12	0,73
14	Coteaux Aquitains	endogènes	16	15	0,93	12	0,73
		exogènes HER 1	15	14	0,93	11	0,71
		exogènes HER 3 & 6	17	16	0,94	13	0,75
15	Plaine de Saône		*				
16	Corse	HER-2 22	17	16	0,94	13	0,75
		HER-2 88	18	17	0,94	14	0,76
17	Dépressions Sédiment.		*				
18	Alsace		17	15	0,88	12	0,69
19	Grandes Causses	endogènes	15	14	0,93	11	0,71
		exogènes HER 8	18	16	0,88	13	0,71
20	Dépôts Argilo-Sableux		18	17	0,94	14	0,76
22	Ardennes		19	17	0,89	14	0,72
			Moyenne	0,92	Moyenne	0,72	

* pas de stations de référence

Tableau 8 : Synthèse des valeurs de référence et des hypothèses de limites de classes établies sur l'ensemble des hydro-écorégions.

Les valeurs sont données par type chaque fois qu'une distinction s'est avérée nécessaire et appuyée sur des données suffisamment fiables à l'intérieur d'une HER.

Les EQR moyens correspondant aux limites du Très Bon Etat et du Bon Etat sont respectivement à 0,92 et 0,72. Ces valeurs qui permettent de normaliser les écarts à la référence constituent pour

l'instant une hypothèse de travail ; l'intérêt des EQR est de faciliter un ajustement, vers le haut ou vers le bas de ces limites de classes, qui permettra de simuler différentes hypothèses.

Remarques importantes

1 - Il est indispensable de se référer à l'analyse détaillée effectuée pour chaque HER (pages suivantes) pour appliquer ces limites de classes. La description des types, les incertitudes et les correctifs par DIREN ne sont pas détaillés dans le tableau ci-dessus.

2 - Ces résultats nécessiteront de reconsidérer le choix des stations qui ont été proposées pour l'exercice d'intercalibration.

HER 1 : Pyrénées

Le jeu RefDIREN totalise 8 stations et 22 relevés provenant des DIREN Languedoc-Roussillon (1 station, 5 relevés), Aquitaine (1 station, 11 relevés) et Midi-Pyrénées (6 stations, 6 relevés). Le jeu SIG strict compte 7 relevés (*tableau XX annexe X*). Des données indépendantes provenant du LEH Toulouse concernent 3 relevés sur l'Oriège.

Note : la station 5207030 (GAVE D'OSSAU, 400m amont du pont N618 au niveau d'Arudy, AQUITAINE, rang 4) se situe géographiquement dans l'HER 14 (Coteaux Aquitains), mais elle est située à moins de 1 km de la limite de l'HER Pyrénées d'où provient la totalité de son bassin. Elle est donc affectée à l'HER 1 (HER-2 96).

Analyse critique des données

La DIREN Midi-Pyrénées a été identifiée précédemment comme ayant des notations « basses » ; cet effet provient de la comparaison avec 6 autres DIREN sur 4 HER différentes. Pour l'HER 1, les valeurs médianes de l'IBGN pour Midi Pyrénées sont inférieures de 3 et 4 points à celles des DIREN Aquitaine et Languedoc Roussillon.

DIREN	HER 1 - Pyrénées			Médianes			Q 25		
	GFI	Richesse	IBGN	GFI	Richesse	IBGN	GFI	Richesse	IBGN
Aquitaine – Gave d'Ossau, rang 4	9	29	17	9	24	15			
Languedoc Roussillon – Tech, rang 1	9	33	18	9	29	17			
Midi Pyrénées (6 st., 6 rel.)	7,5	24	14	6,5	20,5	12,5			

Tableau 9 : HER-1 – Pyrénées. Valeurs médianes des métriques de l'IBGN par DIREN pour le jeu de données RefDIREN (22 relevés).

Par ailleurs, les valeurs fournies par le LEH pour l'Oriège correspondent à la gamme « haute » de ces deux DIREN (*tableau 10 ci-contre*).

Enfin, les valeurs du jeu SIG strict pour l'IBGN correspondent également à des valeurs hautes (médiane = 17, Q75 = 18,5).

L'effet DIREN est donc certain dans cet HER, et nous nous baserons sur les valeurs des DIREN Languedoc-Roussillon et Aquitaine pour établir les valeurs de référence et limites de classes. Les valeurs de Midi Pyrénées sont exclues de l'analyse. Le jeu refDIREN réduit ne comprend donc que 16 relevés provenant de 2 stations de rang 1 et 4.

GFI	Richesse	IBGN
9	28 à 36	16 à 18

Tableau 10 : Gamme de valeurs observées sur une station de référence de l'Oriège, rang 2 (3 relevés) ; données LEH Toulouse.

Effet des différents facteurs

Avec seulement 2 stations, il n'est pas possible d'analyser statistiquement les effets rangs et HER-2. Le tableau 10 montre toutefois des valeurs plus faibles et plus variables pour la station de rang 4 située en piedmont. Cet effet peut être naturel du fait d'une plus grande instabilité des lits dans cette zone de dépôt de la charge solide.

Distribution des valeurs

Le GFI 9 est systématiquement présent sur les deux stations, cette valeur constitue donc la référence et la limite de bon état. La variation de l'indice provient donc uniquement de la richesse, plus faible et plus variable pour la station de rang 4. Comme il n'est pas possible de faire une typologie à l'intérieur de cette HER, nous prendrons des valeurs moyennes entre ces deux stations qui représentent probablement la gamme des variations observables.

Les valeurs les plus logiques pour l'ensemble de l'HER 1 sont donc la classe de variété 9 (29 à 32 taxons) pour la référence, et la classe 8 (25 à 28 taxons) pour la limite du Très Bon Etat.

Limites de classes

Valeurs de Référence

HER 1 Pyrénées	GFI de référence	Nb. Taxons médiane	IBGN observé médiane	classe de variété référence	IBGN de référence (calculé)
Valeurs de référence	9	29 à 33	17 à 18	9	17

Limite Très Bon Etat

HER 1 Pyrénées	GFI Q25	Nb. Taxons Q25	IBGN Observé Q25	GFI limite TBE	classe de variété limite TBE	IBGN limite TBE (calculé)	EQR limite TBE
Limite TBE	9	24 à 29	15 à 17	9	8	16	0,94

Limite Bon Etat

HER 1 Pyrénées	GFI limite BE	Nb. Taxons limite BE	classe variété limite BE	IBGN limite BE (calculé)	EQR limite BE
Limite BE	8 *	18 à 22	6	13	0,75

(*) Remarque : Pour le GFI limite BE, l'hypothèse retenue est celle d'une variation linéaire du GFI. Si il s'avérait, comme dans les Alpes Internes, que le GFI 8 a une fréquence naturellement faible, la valeur limite du BE pourrait être abaissée d'un point.

Correctif : il faudra tenir compte du correctif suivant pour les notes IBGN provenant de la DIREN Midi-Pyrénées :

HER 1 Pyrénées	référence	IBGN limite TBE	EQR limite TBE	IBGN limite BE	EQR limite BE
DIREN Midi Pyrénées	15	14	0,93	11	0,71

Marge d'erreur : les jeux de données sont faibles, mais les valeurs sont cohérentes entre elles. Le GFI constitue la métrique la plus robuste, avec une valeur systématiquement à 9 pour le Très bon état. La fréquence du groupe 8 reste toutefois à évaluer.

La variation naturelle de la richesse provoque une certaine incertitude de l'ordre de + ou - 1 point IBGN sur la limite du TBE selon le rang. Les valeurs proposées constituent un compromis pour l'ensemble de l'HER.

La principale source d'incertitude provient de l'effet DIREN.

HER 2 : Alpes Internes

Le jeu RefDIREN ne comporte que 2 stations et 15 relevés provenant des DIREN Rhône-Alpes et PACA. Le jeu SIG strict compte 40 relevés. Toutefois, de nombreuses données indépendantes provenant du Cemagref (73 relevés) permettent de valider les résultats.

Ces trois jeux de données fournissent des valeurs cohérentes (*tableau XX annexe X*). Les deux DIREN concernées notant à peu près au même niveau, il n'y a pas lieu de rechercher un effet DIREN.

Le jeu de données RefDIREN est trop limité pour rechercher un effet HER-2 ou rang. Toutefois, une analyse préalable du jeu Cemagref a montré que l'effet « rang » avait peu d'influence sur la composition faunistique dans cette HER (Wasson *et al.*, 2002). Un effet HER-2 est toutefois possible (notamment pour l'HER-2 n° 9 - Massif Schisteux) mais il reste à évaluer. Des variations saisonnières significatives sont également possibles sous l'effet des contraintes hydrologiques.

Dans cette HER, la variation du GFI n'est pas linéaire (fréquence du GFI 8 : 0,16), ce qui porte le GFI limite BE à 7. La richesse médiane varie de 17 à 20 selon les jeux de données. Pour le Q25, la richesse est légèrement supérieure dans le jeu Cemagref (17). Nous prenons la classe 5 pour la limite du TBE et 4 pour la limite BE.

Les valeurs proposées sont donc les suivantes (*pas de modifications*) :

Valeurs de Référence

HER 2 Alpes Internes	GFI de référence	Nb. Taxons médiane	IBGN observé médiane	classe de variété référence	IBGN de référence (calculé)
Valeurs de référence	9	17 à 20	14	6	14

Limite Très Bon Etat

HER 2 Alpes Internes	GFI Q25	Nb. Taxons Q25	IBGN Observé Q25	GFI limite TBE	classe de variété limite TBE	IBGN limite TBE (calculé)	EQR limite TBE
Limite TBE	9	13 à 17	13 à 14	9	5	13	0,92

Limite Bon Etat

HER 2 Alpes Internes	GFI limite BE	Nb. Taxons limite BE	classe variété limite BE	IBGN limite BE (calculé)	EQR limite BE
Limite BE	7	10 à 13	4	10	0,69

Marge d'erreur : valeurs assez cohérentes et fiables, toutefois les valeurs de richesse taxonomique du jeu Cemagref sont légèrement supérieures à celles des données IBGN. Nous avons privilégié ces dernières, mais les valeurs limites TBE et BE pourraient être augmentées d'un point dans certains types s'il se confirme que la richesse y est plus élevée. Des valeurs inférieures sont également possibles dans certaines HER-2 (Massifs schisteux).

L'EQR plus faible pour la limite BE provient du fait que le GFI 8 n'est pas régulièrement présent dans cette HER.

Le Massif Central

HER 3: Massif Central Sud et HER 21 : Massif Central Nord

Les deux HER du Massif Central sont étudiées ensemble car les premières analyses ont montré la similitude des valeurs de référence de l'IBGN pour ces deux hydro-écorégions dont les données proviennent d'un même groupe de DIREN qu'il convient d'analyser simultanément.

Le jeu RefDIREN global comporte 82 stations et 290 relevés provenant de 5 DIREN : Auvergne, Bourgogne, Limousin, Midi Pyrénées et Rhône Alpes. Mais il faut signaler que les 2/3 des relevés proviennent de la DIREN Bourgogne et plus particulièrement de l'HER-2 87 (Morvan Charollais) dans le Massif Central Nord (HER 21), ces relevés ayant été réalisés par divers opérateurs dans le cadre d'une étude du parc naturel régional du Morvan. La sélection stricte sous SIG retient, pour les mêmes raisons, 11 relevés pour l'HER 3 et 162 pour la 21. Le jeu Cemagref comprend 55 relevés provenant de 21 stations réparties sur les deux HER (13 et 8 stations respectivement). (*tableau XX annexe X*).

Analyse critique des données

Deux des DIREN contributrices de données ont été identifiées comme fournissant des valeurs « basses » : Auvergne et Midi Pyrénées (*tableau 11*). Les sites de ces DIREN sont donc exclus de l'analyse globale, ce qui ramène le jeu RefDIREN réduit à 261 relevés sur 78 stations (19 stations, 29 relevés pour l'HER 3 et 59 stations, 232 relevés pour l'HER 21. Deux stations « douteuses » se situent dans la médiane des valeurs et sont conservées.

HER 3 + 21 Massif Central DIREN	Médianes			Q 25		
	GFI	Richesse	IBGN	GFI	Richesse	IBGN
Bourgogne	9	41	19	8	37	18
Rhône Alpes	9	38	18	8	33	18
Limousin	9	31,5	17	9	27	16
Midi Pyrénées	7	29	16	7	25	14
Auvergne	8,5	24	15	7	20	12,75

Tableau 11 : Valeurs médianes des métriques de l'IBGN par DIREN dans le Massif Central (HER 3 + 21) pour le jeu de données RefDIREN.

La DIREN Limousin n'apparaît pas dans les DIREN à notation « basse » (justifiant un correctif de -2 à -3 points), et intervient principalement dans le Massif Central Nord. Mais elle présente des valeurs plus faibles que Rhône-Alpes et Bourgogne (cette différence est significative sur les moyennes, peu différentes des médianes). On notera aussi que l'écart est plus important sur les Q25, ce qui influencerait sensiblement sur les limites de classes. La nécessité d'affecter un léger correctif pour la DIREN Limousin dans le Massif Central peut être envisagée.

En conservant les données de la DIREN Limousin, la distribution globale des valeurs dans le Massif Central est la suivante (*tableau 12*). Pour tenir compte d'un biais possible du fait de la sur-représentation du Morvan, nous calculons également la distribution sans l'HER 87 (soit 69 relevés).

Massif Central	Médianes			Q 25		
	GFI	Richesse	IBGN	GFI	Richesse	IBGN
HER 3 - MC Sud	9	37	18	8	33	17
HER 21 - MC Nord	9	39	19	8	35	18
HER 3 + 21	9	39	19	8	34	18
HER 3 + 21 sans 87	9	33	18	8	29	16

Tableau 12 : Valeurs des métriques de l'IBGN dans le Massif Central pour différents sous-ensembles du jeu de données RefDIREN réduit (266 relevés).

Les différentes métriques ont des distributions unimodales, laissant supposer une relative homogénéité de l'ensemble du Massif Central (*figure 6*).

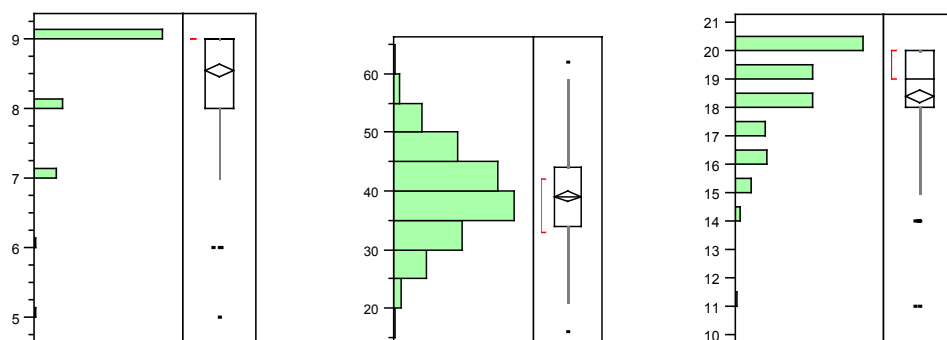


Figure 6 : Distribution des métriques GFI, richesse et IBGN dans l'ensemble du Massif Central (HER 3 + 21) ; jeu de données RefDIREN réduit (266 relevés).

Effet des différents facteurs

Effet HER-2

Comme le montre les figures ci-dessous concernant la richesse, l'effet HER-2 est significatif dans les deux HER-1 du Massif Central.

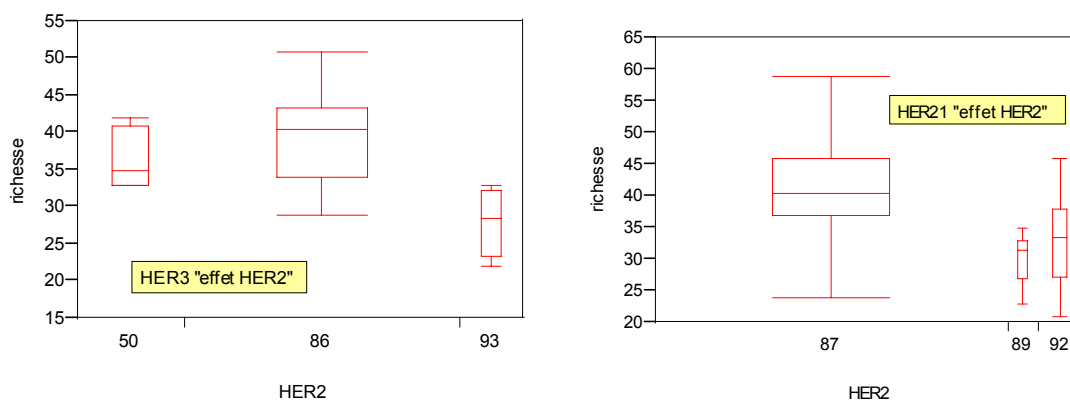


Figure 7 : Effet HER-2 sur la richesse dans les deux HER du Massif Central (HER 3 et 21) ; jeu de données RefDIREN réduit (54 et 212 relevés).

Les régions qui ont les valeurs les plus faibles sont les HER-2 92, 89 et 93, ces deux dernières étant situées en altitude. Mais tous les relevés correspondants proviennent de la DIREN Limousin. S'agit-il donc d'un biais lié à un « effet DIREN » déjà signalé pour le Limousin, ou d'un véritable effet de l'altitude ? S'il s'agit bien d'un effet de l'altitude, on devrait retrouver pour chaque DIREN une relation négative entre l'IBGN et l'altitude. Or une telle relation n'est observée dans aucune des DIREN concernées. L'effet HER-2 est donc biaisé par l'effet DIREN et nous ne le retiendrons pas.

Effet Rang

Sur l'ensemble du jeu de données RefDIREN réduit, l'effet rang se traduit par une baisse faiblement significative de la richesse et de l'IBGN pour le rang 4 ($p=0,07$), et très significative sur toutes les métriques pour le rang 5 ($p<0,001$) (tableau 13).

HER (3 + 21) Massif Central Jeu RefDIREN réduit	Médianes			Q 25		
	GFI	Richesse	IBGN	GFI	Richesse	IBGN
Rang 1	9	40	19	8	36	18
Rang 2	9	40	19	9	34	18
Rang 3	9	39	19	8	35	18
Rang 4	9	36	18	8	30,75	17
Rang 5	7	30,5	15	6,75	25,75	14,75

Tableau 13 : Variation en fonction du rang des métriques de l'IBGN dans le Massif Central (HER 3 + 21) dans le jeu de données RefDIREN réduit (266 relevés).

Mais là encore, la sur-représentation du Morvan pouvant biaiser les données, nous avons recalculé ces valeurs sans l'HER-2 87 (*tableau 14*). La différence est faiblement significative avec des valeurs inférieures pour le rang 5 pour la richesse ($p=0,05$) et l'IBGN ($p=0,07$). Pour les rangs 1 à 4 les variations sont faiblement significatives et irrégulières, la différence entre les rangs 2 et 4 n'est pas significative. Il faut également souligner que dans cette sélection l'effet lié à la DIREN Limousin est présent.

HER (3 + 21) sans HER-2 87 Jeu RefDIREN réduit	Médianes			Q 25		
	GFI	Richesse	IBGN	GFI	Richesse	IBGN
Rang 1	8	36,5	18	7,75	30,5	16,75
Rang 2	9	33	18	9	27	16
Rang 3	9	37	18	8	32	17
Rang 4	9	31,5	17	8	27,75	16
Rang 5	8,5	27	15,5	7,25	25,25	14,25

Tableau 14 : Variation en fonction du rang des métriques de l'IBGN dans le Massif Central (HER 3 + 21), HER-2 87 exclue ; jeu de données RefDIREN (69 relevés).

Enfin, dans la seule HER-2 87, seul le rang 5 présente des valeurs significativement plus faibles que les autres, avec un IBGN médian à 15 ($p < 0,001$).

Au total, l'effet rang dans le Massif Central se traduit par une légère diminution des valeurs de l'IBGN pour les rangs 4, qui semble liée à une diminution de la richesse ; mais statistiquement, cette variation est faiblement significative, et la variation des valeurs des rangs 1 à 4 est irrégulière. Cet effet n'est donc pas certain. En revanche, les rangs 5 ont de manière très significative des valeurs inférieures d'environ 3 points.

Les stations de rang 5, toutes signalées comme de bonnes référence, sont (4016700, ARROUX, Voudenay, BOURGOGNE), (4076400, TAURION, Bontarion, LIMOUSIN), (4087600, GRANDE CREUSE, Busseau sur creuse, LIMOUSIN) et (4026900, ALLIER, Langogne, AUVERGNE) ; (la station de Langogne en Auvergne est exclue de l'analyse : son IBGN médian est de 13,5).

On peut difficilement négliger cet effet, s'il est bien dû à une variation naturelle. L'occupation des sols par l'agriculture dans le Massif Central n'est pas excessive, et on peut supposer que les altérations hydro-morphologiques ont bien été prises en compte pour ces stations comme pour les autres.

Le phénomène qui pourrait expliquer cette diminution de la richesse faunistique est la forte réduction de la pente, inférieure à 0,2% dans les rangs 5, alors que les valeurs médianes des autres rangs sont supérieures à 0,4% (*figure 8*). Cette rupture de pente s'accompagne d'un dépôt des sédiments sableux qui réduit fortement l'habitabilité du substrat pour les invertébrés benthiques. Nous pouvons donc considérer que la baisse des valeurs de l'IBGN pour les rangs 5 correspond vraisemblablement à un phénomène naturel à prendre en compte.

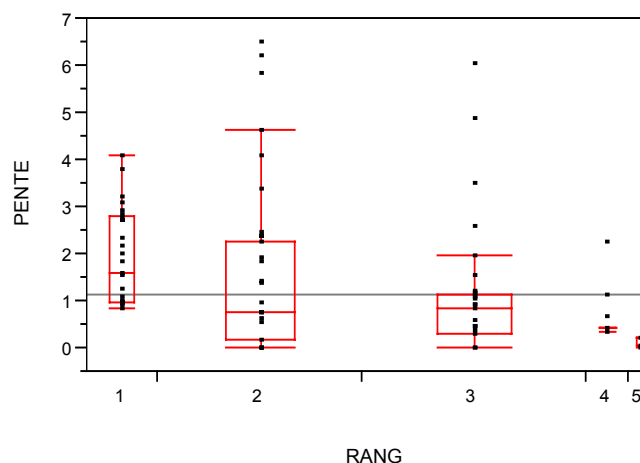


Figure 8 : Distribution des valeurs de la pente (%) en fonction du rang sur les stations du jeu RefDIREN réduit dans le Massif Central (HER 3 + 21).

Comparaison avec les autres jeux de données

Les valeurs Q75 et médianes pour le jeu SIG Strict (DIREN Auvergne exclue) correspondent à celle du jeu RefDIREN réduit. Ces valeurs sont également influencées par le Morvan, mais l'effet DIREN Limousin est présent lorsque l'on enlève les données de cette région.

Massif Central SIG strict, sans AUVERGNE	Q75			Médianes		
	GFI	Richesse	IBGN	GFI	Richesse	IBGN
HER 3 + 21	9	46	20	9	39	19
HER 3 + 21 sans 87	9	33	17,25	9	27	16

Tableau 15 : Valeurs des métriques de l'IBGN dans le Massif Central pour différents sous-ensembles du jeu de données SIG strict, DIREN Auvergne exclue, avec et sans l'HER-2 87 (173 et 30 relevés).

Les valeurs indépendantes du jeu Cemagref, pour des rangs 2 et 3, correspondent à la gamme des valeurs « hautes » ; elles sont identiques pour les deux HER 3 et 21

Massif Central Jeu Cemagref	Médianes			Q 25		
	GFI	Richesse	IBGN	GFI	Richesse	IBGN
HER 3 - MC Sud	9	38	19	9	35	18
HER 21 - MC Nord	9	37	18	9	35,25	18
HER 3 + 21	9	37	19	9	35	18

Tableau 16 : Valeurs des métriques de l'IBGN dans le Massif Central pour le jeu de données Cemagref (55 relevés).

Conclusion sur la typologie du Massif Central

Nous ne retiendrons finalement qu'un effet relativement important lié à la diminution des valeurs de toutes les métriques en rang 5. Aucun effet HER-2 ne peut être démontré indépendamment d'un effet DIREN, et les valeurs pour les deux HER-1 3 et 21 apparaissent pratiquement identiques.

Limites de classes

Les valeurs fournies par les différents jeux de données sont assez cohérentes. Les valeurs sont influencées par la sur-représentation du Morvan, mais le jeu de données de la DIREN Bourgogne est fiable, et rien n'indique que cette HER-2 soit différente des autres. Ces valeurs sont en accord avec celles du jeu Cemagref. Lorsque l'on exclut cette HER-2, les données se trouvent alors influencées par un effet « DIREN Limousin », faible mais néanmoins identifiable. Il nous semble plus logique de retenir la gamme des valeurs « hautes » des DIREN Bourgogne, Rhône Alpes et du jeu Cemagref, et d'affecter un correctif aux autres DIREN.

Les valeurs proposées sont donc les suivantes :

Valeurs de Référence

Massif Central HER 3 et 21	GFI de référence	Nb. Taxons médiane	IBGN observé médiane	classe de variété référence	IBGN de référence (calculé)
Rangs 1 à 4	9	37 à 40	19 (18 à 20)	11	19
Rang 5	7 (8,5)	30,5 (27)	15 (15,5)	9	15

Limite Très Bon Etat

Massif Central HER 3 et 21	GFI Q25	Nb. Taxons Q25	IBGN Observé Q25	GFI limite TBE	classe de variété limite TBE	IBGN limite TBE (calculé)	EQR limite TBE
Rangs 1 à 4	8 (9)	33 à 36 (29 – 31)	17 à 18 (16)	8	10	17	0,89
Rang 5	7	26 (25)	15 (14)	7	8	14	0,93

Limite Bon Etat

Massif Central HER 3 et 21	GFI limite BE	Nb. Taxons limite BE	classe variété limite BE	IBGN limite BE (calculé)	EQR limite BE
Rangs 1 à 4	7	25 à 27 (22-23)	8	14	0,72
Rang 5	6	20 (19)	6	11	0,71

Correctif à apporter par DIREN

Pour les rangs 1 à 4 :

Auvergne : la différence est de - 4 points sur la valeur médiane IBGN, même en enlevant la station de rang 5, ce qui paraît très élevé. La valeur correctrice moyenne de cette DIREN ayant été estimée à -2 points par rapport à l'ensemble des DIREN à notation « haute », nous garderons un correctif de -3 points sur la référence.

Midi Pyrénées : correctif de -3 points sur la référence.

Limousin : correctif de - 1 point sur la référence.

HER 3 + 21 - MC Rangs 1 - 4	référence	IBGN limite TBE	EQR limite TBE	IBGN limite BE	EQR limite BE
DIREN Auvergne	16	14	0,87	12	0,73
DIREN Midi Pyrénées	16	14	0,87	12	0,73
DIREN Limousin	18	16	0,88	13	0,71

Pour les rangs 5, compte tenu des valeurs beaucoup plus faibles, nous suggérons un correctif de -1 point sur la référence pour Auvergne et midi Pyrénées.

HER 3 + 21 - MC Rang 5	référence	IBGN limite TBE	EQR limite TBE	IBGN limite BE	EQR limite BE
DIREN Auvergne	14	13	0,92	10	0,69
DIREN Midi Pyrénées	14	13	0,92	10	0,69
DIREN Limousin	15	14	0,93	11	0,71

Marge d'erreur : Les valeurs du GFI sont fiables et la richesse relativement stable. Les valeurs générales sont assez cohérentes. Des valeurs supérieures de + 1 point seraient possibles pour la limite TBE. La principale source d'erreur vient de l'estimation des références pour le correctif apporté aux DIREN.

HER 4 : Vosges

Le jeu RefDIREN comporte 12 stations et 20 relevés provenant des DIREN Franche-Comté, Lorraine et Alsace. Le jeu SIG strict compte 8 relevés (*tableau XX annexe X*). Aucune donnée indépendante n'est disponible à ce jour.

Analyse critique des données

La première question concernant cette HER porte sur la validité des données provenant de la DIREN Alsace, un grand nombre de stations de référence étant signalées « douteuses » par cette DIREN. Si l'on exclu ces stations douteuses, la valeur médiane des stations situées dans l'HER-2 63 (Vosges Granitiques) est cohérente avec celles des autres DIREN présentes sur cette HER-2. Il est donc probable que les valeurs « basses » signalées pour la DIREN Alsace proviennent plutôt d'une difficulté à trouver de bons sites de référence que d'une différence de notation liée à un effet opérateur. Nous utiliserons donc les sites de référence « valides » de la DIREN Alsace pour l'HER-2 63, et nous n'appliquerons pas de correctif aux valeurs de cette DIREN dans les Vosges. Le jeu corrigé comporte donc 18 relevés pour 11 stations.

Effets des différents facteurs

L'effet du rang n'est pas significatif.

En revanche, un effet HER-2 peut être détecté se traduisant par des valeurs de GFI significativement supérieures (test Wilcoxon Kruskal Wallis $p=0,02$) pour les Vosges granitiques (HER-2 63, GFI=9) par rapport aux Vosges gréseuses (HER-2 74, GFI=7). Mais cet effet est compensé par un nombre de taxons supérieur dans les Vosges gréseuses (33 taxons, contre 27 pour les Vosges granitiques), bien que la différence ne soit pas significative ($p=0,2$). En conséquence, la variation de l'IBGN entre les deux HER-2 n'est pas du tout significative ($p=0,8$).

Cette différence entre les deux HER-2 des Vosges traduit probablement une réalité biologique, et il pourrait s'avérer utile de distinguer cette variation dans la combinaison des métriques de l'IBGN dans la perspective d'une utilisation séparée des différentes métriques. Nous donnons donc ci-dessous à titre indicatif les valeurs de référence pour ces deux HER-2.

Le jeu SIG strict, avec 8 relevés répartis dans les deux HER-2, fournit des valeurs sensiblement supérieures pour la richesse et l'IBGN. Toutefois, ce jeu de données étant moins fourni, nous privilégierons les valeurs du jeu refDIREN.

Enfin, la distribution des valeurs du GFI pourrait laisser suspecter une sous-représentation du GFI 8 dans cette région. Ce point demande à être vérifié sur les listes faunistiques, mais il n'intervient pas pour la définition des limites de classes.

Limites de classes

Les valeurs de l'IBGN sont identiques pour les deux HER-2 des Vosges. Les combinaisons des métriques aboutissant à cette valeur sont données à titre indicatif.

Valeurs de Référence

HER 4 Vosges	GFI de référence	Nb. Taxons médiane	IBGN observé médiane	classe de variété référence	IBGN de référence (calculé)
Valeurs globales	9	29 à 36	16 à 17	9	17
HER-2 63 Vosges granitiques (n=12)	9*	27 ns	16 ns	8	16
HER-2 74 Vosges gréseuses (n=6)	7*	33 ns	16,5 ns	10	17

Limite Très Bon Etat

HER 4 Vosges	GFI Q25	Nb. Taxons Q25	IBGN Observé Q25	GFI limite TBE	classe de variété limite TBE	IBGN limite TBE (calculé)	EQR limite TBE
Limite TBE	7 à 7,5	26 à 32	15 à 16	7	9	15	0,88
HER-2 63 Vosges granitiques	8*	25,25 ns	15,25 ns	8	8	15	0,93
HER-2 74 Vosges gréseuses	7*	28,5 ns	14,5 ns	7	9	15	0,88

Limite Bon Etat

HER 4 Vosges	GFI limite BE	Nb. Taxons limite BE	classe variété limite BE	IBGN limite BE (calculé)	EQR limite BE
Limite BE	6	20 à 26	7	12	0,69
HER-2 63 Vosges granitiques	7	19	6	12	0,73
HER-2 74 Vosges gréseuses	6	22	7	12	0,69

Marge d'erreur : il y a une incertitude de un point sur la valeur de référence de l'IBGN, la valeur 17 apparaissant la plus logique. Les limites de classe sont cohérentes.

HER 5 : Jura - PréAlpes du Nord

Le jeu RefDIREN comporte 14 stations et 47 relevés provenant des DIREN Franche-Comté, Rhône-Alpes et Alsace. Le jeu SIG strict compte 33 relevés et le jeu Cemagref 9 relevés (*tableau XX annexe X*). Trois stations douteuses (dont celle de la DIREN Alsace) ne changent pas les valeurs médianes générales, mais elles ont quand même été exclues de l'analyse. Il n'y a pas d'effet DIREN suspecté.

Analyse critique des données

Les valeurs médianes des jeux de données sont cohérentes pour la richesse (30 à 32 taxons). Mais pour le GFI les données sont discordantes. La valeur du GFI est de 9 pour le jeu Cemagref et pour le jeu SIG strict (médiane et Q 75), mais de 7 seulement pour le jeu RefDIREN. Ce résultat est plutôt surprenant et doit être analysé. Il est dû à 3 stations de rang 3 ayant de nombreux relevés, situées dans l'HER-2 n°3 (Jura Nord), qui se différencie significativement des autres sur le GFI. Il s'agit des stations (6018000, Le DOUBS, Cluse-et-Mijoux, 12 rel.), (6020100, Le DOUBS, Goumois, 7 rel.) et (6083600, AIN, Sirod, 6 rel.)

Parmi ces stations, la première (Cluse et Mijoux) est très différente des autres, avec des GFI compris entre 5 et 7. Or cette station est située très près de l'exutoire du Lac de Saint-Point, le plus grand lac du Jura. Si elle peut être considérée de référence, il n'en reste pas moins que le lac influence significativement sur les caractéristiques hydrologiques de cette station, qui constitue en quelque sorte une « exception typologique ». Pour cette raison, nous l'excluons du jeu de données.

La station de Goumois, en aval de la précédente, est aussi influencée par deux barrages hydro-électriques, son GFI est de 7 en permanence, mais la richesse est très élevée (35 à 46 taxons). Une perturbation hydrologique peut être suspectée, justifiant d'écarter cette station particulière.

Le jeu SIG strict ne sélectionne que des stations du Vercors (HER-2 11) et de la vallée du Drac (HER-2 80). Cette dernière est particulière par son transport solide, et comprend aussi des rivières exogènes provenant des Alpes internes. Nous ne considérons donc que le Vercors.

Le tableau 17 ci-dessous résume les distributions des valeurs de ces différents jeux de données.

HER5 Jura – PréAlpes du Nord jeux de données	Médianes			Q 25		
	GFI	Richesse	IBGN	GFI	Richesse	IBGN
RefDIREN Global (sans ref douteuses)	7	30	15	7	27	14
RefDIREN sans Cluse et Mijoux	8	34	16	7	27	15
RefDIREN sans Cluse et Mijoux et Goumois	8	29	15,5	8	25	15
SIG Strict – Vercors seul (HER-2 n° 11)	9	28	16	8	19	14
Jeu Cemagref	9	31	17	9	28	16

Tableau 17 : Distribution des valeurs des métriques IBGN pour différents jeux de données de l'HER5.

Effets des autres facteurs

On ne constate pas d'effet du rang (de 1 à 4). L'influence de l'altitude se traduit par une diminution de la richesse ($r^2 = 0,15$, $p=0,02$), sensible au dessus de 700m, mais qui est compensée par une augmentation du GFI ($r^2 = 0,12$, $p=0,03$). De ce fait, la variation de l'IBGN n'est pas significative.

Des variations saisonnières importantes peuvent aussi se rencontrer notamment dans les HER-2 Jura Sud (5) et Vercors Nord (11), probablement liées à l'étiage estival sur les plateaux calcaires. Les valeurs de richesse baissent à 14 - 22 taxons. Toutefois le GFI reste élevé, les valeurs les plus faibles s'observant en août et septembre, et l'IBGN varie de 13 à 15.

Compte tenu des deux remarques précédentes, un effet HER-2 n'est pas à exclure. Si l'on compare, sur le jeu RefDIREN, l'ensemble du Jura (sans Cluses et Mijoux) et les PréAlpes du Nord, une différence faiblement significative (Wilcoxon – Kruskal Wallis, $p=0,04$) apparaît sur le GFI, avec des médianes à 8 et 8,5 respectivement. Mais il n'y a pas d'effet significatif sur la richesse et l'IBGN.

En résumé, à partir des données dont nous disposons, il est difficile de différencier des valeurs de référence à l'intérieur de l'HER 5. Lorsque des effets significatifs existent, les variations des deux métriques richesse et GFI se compensent, et l'effet sur l'IBGN reste assez minime. Nous proposerons donc des valeurs générales pour cette HER, à partir du tableau 17 précédent.

Valeurs de référence

Il y a un doute sur le GFI de référence : la valeur 7 est fortement influencée par la station atypique de Cluse et Mijoux, et ne doit pas être retenue. Sur l'ensemble, la valeur de référence GFI 8 paraît donc logique au vu des données actuelles.

Pour la richesse, les valeurs les plus probables s'échelonnent entre 28 et 31, en ne considérant pas la station de Goumois, ce qui correspond à la classe 9. La combinaison des deux métriques donne un IBGN calculé de 16 qui est cohérent avec les valeurs observées.

Limite TBE

Concernant les valeurs limites de bon état, la valeur de GFI 7 est également très influencée par la station de Goumois. La valeur 8 est plus logique pour cette HER.

Pour la richesse, les valeurs vont de 25 à 28, sauf pour le Vercors dont nous avons signalé la forte variabilité saisonnière ; nous prendrons la classe 8 (25 - 28) comme limite TBE. La combinaison des deux métriques donne un IBGN de 15, cohérent avec les valeurs observées.

Limite BE

Pour la limite du BE, compte tenu de la variabilité des métriques dans les sites de référence, nous prendrons la valeur 7 pour le GFI, et la classe 6 (17 à 20 taxons) de variété taxinomique.

Les valeurs proposées sont donc les suivantes :

Valeurs de Référence

HER 5 Jura – Pré- Alpes du Nord	GFI de référence	Nb. Taxons médiane	IBGN observé médiane	classe de variété référence	IBGN de référence (calculé)
Valeurs de référence	8	28 à 31	16 (15,5 à 17)	9	16

Limite Très Bon Etat

HER 5 Jura – Pré- Alpes du Nord	GFI Q25	Nb. Taxons Q25	IBGN Observé Q25	GFI limite TBE	classe de variété limite TBE	IBGN limite TBE (calculé)	EQR limite TBE
Limite TBE	7 à 9	25 à 28 (19)	14 à 16	8	8	15	0,93

Limite Bon Etat

HER 5 Jura – Pré- Alpes du Nord	GFI limite BE	Nb. Taxons limite BE	classe variété limite BE	IBGN limite BE (calculé)	EQR limite BE
Limite BE	7	19 à 21 (14)	6	12	0,73

Marge d'erreur : de l'ordre de + ou - 1 point. Il faudra prêter attention à quelques variations saisonnières importantes, notamment dans les HER-2 Jura Sud (5) et Vercors Nord (11).

HER 6 : Méditerranée

Le jeu RefDIREN comporte 5 stations et 23 relevés provenant des DIREN PACA et Rhône-Alpes. La DIREN Languedoc Roussillon n'a pas sélectionné de sites de référence pour cette HER globalement très impactée. Le jeu SIG strict ne comporte aussi qu'un seul relevé, et le jeu Cemagref 13 relevés (*tableau XX annexe X*). Il n'y a pas d'effet DIREN suspecté.

Les variations de l'IBGN sont très fortes, de 8 à 20, vraisemblablement du fait de l'hydrologie. Cette variabilité est essentiellement due à la richesse taxonomique qui peut varier sur la même station de 18 à 54 taxons, alors que le GFI reste assez stable (si l'on excepte une valeur de 2).

Le GFI constitue donc la métrique la plus robuste pour cette région. La valeur médiane et le Q 25 sont à 8 dans les jeux de données RefDIREN et Cemagref. A noter que le GFI 7 est présent, mais le GFI 6 est absent du jeu Cemagref, ce qui pourrait avoir des implications pour la limite inférieure de la classe jaune.

La distribution des valeurs de richesse donne une médiane à 32 pour le jeu RefDIREN, et 36 pour le jeu Cemagref. Mais la variabilité sur une même station peut être très forte. Il est donc réellement indispensable de disposer d'une série de données suffisante (5 à 6 relevés) pour utiliser cette métrique dans l'HER Méditerranée. Dans le cas contraire, il vaut mieux n'utiliser que le GFI pour le diagnostic.

L'effet du rang n'est pas significatif dans les données. La variabilité temporelle est très forte, tant au niveau saisonnier qu'inter annuel, mais le jeu de données n'est pas suffisant pour distinguer un patron d'évolution saisonnière.

Limites de classes

Les valeurs limites du TBE sont assez cohérentes entre les données RefDIREN et Cemagref (29 à 33). Nous prendrons la classe 9 comme limite TBE.

Valeurs de Référence

HER 6 Méditerranée	GFI de référence	Nb. Taxons médiane	IBGN observé médiane	classe de variété référence	IBGN de référence (calculé)
Valeurs de référence	8	32 à 36	17	10	17

Limite Très Bon Etat

HER 6 Méditerranée	GFI Q25	Nb. Taxons Q25	IBGN Observé Q25	GFI limite TBE	classe de variété limite TBE	IBGN limite TBE (calculé)	EQR limite TBE
Limite TBE	8	29 à 33	16 à 17	8	9	16	0,94

Limite Bon Etat

HER 6 Méditerranée	GFI limite BE	Nb. Taxons limite BE	classe variété limite BE	IBGN limite BE (calculé)	EQR limite BE
Limite BE	7	22 à 25	7	13	0,75

Marge d'erreur : de - 1 point à + 2 points en fonction des variations saisonnières, il sera indispensable pour toute la région Méditerranéenne de préciser des limites de classe correspondant à des créneaux saisonniers ou à des conditions hydrologiques bien définies.

HER 7 : PréAlpes du Sud

Le jeu RefDIREN comporte 6 stations et 17 relevés provenant des DIREN PACA et Rhône-Alpes. Le jeu SIG strict comporte 29 relevés et le jeu Cemagref 33 relevés (*tableau XX annexe X*). Il n'y a pas d'effet DIREN suspecté.

Analyse critique des données

Il faut signaler une très forte variation des valeurs sur le Var à Entrevaux (IBGN de 7 à 17), probablement due à un effet hydrologique.

Les valeurs de richesse taxonomique apparaissent globalement supérieures dans le jeu de données SIG strict par rapport aux deux autres, mais le Q25 du GFI y est aussi plus faible (7). Ceci pourrait laisser suspecter un effet d'eutrophisation. Les jeux RefDIREN et Cemagref paraissent plus fiables et sont de surcroît totalement indépendants ; nous privilégierons donc ces valeurs.

Effet des autres facteurs

Il n'apparaît pas d'effet significatif au niveau HER-2, ni sur le jeu RefDIREN, ni sur le jeu SIG strict, en raison d'un très petit nombre de relevés dans certaines régions. Cependant, un tel effet n'est pas exclu en particulier dans les HER-2 15 (Gapençais - Embrunais) et 106 (PréAlpes de Digne – Haute vallée du Var) en raison des très forts taux d'érosion rencontrés dans ces régions.

Aucun effet du rang n'a été détecté dans les mêmes jeux de données, pour les rangs 1 à 5 (RefDIREN) ou 2 à 4 (SIG strict). La variation temporelle semble toutefois augmenter pour les rangs 4 et 5.

Limites de classes

La valeur médiane du GFI est cohérente sur les trois jeux de données avec une référence à 9.

On observe une variation du nombre de taxons médian entre les jeux RefDIREN et Cemagref (médiane = 22) et le jeu SIG (médiane = 24, Q 75 = 28). Compte tenu des remarques précédentes, on gardera la classe de variété 7 (21 à 24 taxons) comme valeur de référence, ce qui conduit à un IBGN référence de 15, cohérent avec la médiane des valeurs observées sur les jeux RefDIREN et Cemagref.

La valeur limite TBE du GFI est également cohérente avec une valeur de 9 sur les trois jeux de données. Cependant la fréquence du GFI 8 est faible sur le jeu Cemagref (0,45) ; nous prendrons donc le GFI 7 comme limite BE.

On observe comme pour les valeurs médianes une discordance sur le Q25 du nombre de taxons entre les jeux RefDIREN et Cemagref (Q25 = 18 et 20) et le jeu SIG strict (Q25 = 22, médiane = 24). Nous garderons la classe de variété 6 comme limite TBE et 5 comme limite BE.

Les valeurs correspondant au jeu SIG strict sont indiquées entre parenthèses dans les tableaux ci-dessous.

Valeurs de Référence

HER 7 Pré-Alpes du Sud	GFI de référence	Nb. Taxons médiane	IBGN observé médiane	classe de variété référence	IBGN de référence (calculé)
Valeurs de référence	9	22 à 24 (28)	15 (16)	7	15

Limite Très Bon Etat

HER 7 Pré-Alpes du Sud	GFI Q25	Nb. Taxons Q25	IBGN Observé Q25	GFI limite TBE	classe de variété limite TBE	IBGN limite TBE (calculé)	EQR limite TBE
Limite TBE	9	18 à 20 (24)	14 (15)	9	6	14	0,93

Limite Bon Etat

HER 7 Pré-Alpes du Sud	GFI limite BE	Nb. Taxons limite BE	classe variété limite BE	IBGN limite BE (calculé)	EQR limite BE
Limite BE	7	14 à 15 (18)	5	11	0,71

Marge d'erreur : les valeurs du GFI sont fiables, mais une certaine incertitude pèse sur les valeurs de richesse. Des valeurs supérieures de + 1 point sont possibles à partir des valeurs du jeu SIG strict.

De fortes variations négatives peuvent être liées à l'hydrologie. Comme pour la région méditerranéenne, il sera indispensable de tenir compte des conditions hydrologiques et de disposer de chroniques de données pour évaluer l'état écologique.

HER 8 : Cévennes

Le jeu RefDIREN comporte 8 stations et 22 relevés provenant des DIREN Auvergne, Languedoc Roussillon et Rhône-Alpes. Le jeu SIG strict comporte 12 relevés et le jeu Cemagref 31 relevés sur 9 stations (*tableau XX annexe X*).

Analyse critique des données

Dans cette région, le GFI est très stable, les valeurs médianes et Q25 étant systématiquement à 9 pour tous les jeux de données. En revanche, les valeurs de richesse et donc d'IBGN sont très variables, puisque l'écart interquartile (Q75 – Q25) est de 3 à 4 points IBGN respectivement pour les jeux RefDIREN et SIG. Une analyse des sources de variation est donc indispensable.

Effet DIREN dans le jeu RefDIREN

Une station douteuse de la DIREN Rhône Alpes est exclue de l'analyse.

Un effet opérateur lié à la DIREN Auvergne est suspecté. L'effet DIREN est significatif pour l'IBGN et la richesse (W KW test, $p < 0,05$) ce qui permet d'établir des valeurs médianes par DIREN.

L'effet relatif à la DIREN Auvergne est testé par rapport à quatre autres DIREN dans les trois HER du Massif Central. Les données de cette DIREN sont donc exclues de l'analyse. Mais en fait les valeurs de Rhône Alpes restent assez différentes de celles de Languedoc Roussillon, les tests étant à la limite d'être significatifs sur la richesse et l'IBGN (W-KW test, $p < 0,1$).

DIREN	GFI	Richesse	IBGN
Auvergne	9	20	14
Languedoc	9	32.5	17.5
Rhône-Alpes	9	25	15

Tableau 18 : Valeurs médianes des métriques de l'IBGN par DIREN dans l'HER 8 Cévennes pour le jeu de données RefDIREN.

Effet des autres facteurs dans le jeu RefDIREN

Lorsque l'on enlève les relevés provenant de la DIREN Auvergne, aucun effet HER-2 ou rang n'est statistiquement significatif.

Pour le rang, la tendance est une augmentation des valeurs en rang 4, mais cet effet n'est lié qu'à une seule station de la DIREN Languedoc Roussillon (le Tarnon), on ne peut en tirer aucune conclusion.

Cependant, l'effet HER-2 est proche d'être significatif (W-KW test, $p = 0,1$ sur l'IBGN), avec des valeurs inférieures pour l'HER-2 70 (Haute Loire Cévenole) par rapport à l'HER-2 71 (Cévennes). Cet effet est complètement confondu avec celui de l'altitude, car les stations des Cévennes sont toutes situées au dessous de 600m, tandis que celles de Haute Loire sont au dessus de 1100m.

Or, la seule station de Languedoc Roussillon est située dans les Cévennes, tandis que celles de Rhône Alpes se répartissent dans les deux HER-2. Si l'on ne considère que l'HER-2 71 (Cévennes), la différence entre les deux DIREN n'est plus du tout significative car les valeurs de richesse sont très dispersées ; mais ce test ne porte que sur 10 relevés.

En conclusion, les différences de valeurs entre les DIREN entre Rhône Alpes et Languedoc Roussillon sont probablement liées à un effet HER-2. Cet effet n'est pas statistiquement significatif, (W-KW test, $p = 0,07$ sur l'IBGN) du fait du petit nombre de relevés, mais il reste probable et logique compte tenu des différences d'altitude entre les deux régions testées. Les valeurs médianes et Q 25 pour ces deux régions sont les suivantes :

HER8 Cévennes HER-2	Médianes			Q 25		
	GFI	Richesse	IBGN	GFI	Richesse	IBGN
70 – Haute Loire Cévenole	9	26	15	9	20	14
71 - Cévennes	9	31	17	9	24,5	15.5

Tableau 19 : Distribution des métriques de l'IBGN par HER-2 dans le jeu RefDIREN. Les différences ne sont pas statistiquement significatives (W-KW test, $p = 0,07$ sur l'IBGN).

Comparaison entre les différents jeux de données

Les valeurs du jeu SIG strict sont sensiblement concordantes avec celles du jeu RefDIREN. Ce jeu ne comporte aucune données de la DIREN Auvergne et présente l'avantage de sélectionner une station de l'HER-2 115 (Causses cévenoles). Les valeurs médianes sont identiques pour l'HER-2 70 car les mêmes stations de la DIREN Rhône Alpes sont sélectionnées. Les valeurs de la station des Causses cévenoles se rapprochent de celles des Cévennes.

HER8 Cévennes HER-2	Médianes		
	GFI	Richesse	IBGN
70 – Haute Loire Cévenole	9	26	15
115 – Causses Cévenoles	9	34	18

Tableau 20 : Distribution des métriques de l'IBGN par HER-2 dans le jeu SIG strict. Les différences sont statistiquement significatives (W-KW test, $p = 0,03$).

Les valeurs du jeu Cemagref sont sensiblement supérieures aux valeurs précédentes ; la richesse médiane est de 37 et l'IBGN de 19. Ces stations sont toutes situées dans l'HER-2 71 Cévennes (A VERIFIER), et les prélèvements sont répartis sur différentes saisons, y compris en hiver avec des valeurs plus faibles. Ce jeu de données, plus fourni que les jeux IBGN, semble très fiable.

Limites de Classes

Il n'y a pas de doute pour les valeurs de référence et limite TBE du GFI qui sont à 9 dans toute l'HER 8. Cette métrique, particulièrement robuste ici, permettra de trancher dans les cas douteux, compte tenu de la forte variabilité naturelle de la richesse.

Nous gardons l'hypothèse de valeurs plus faibles pour l'HER-2 70 (Haute Loire Cévenole), qui paraît logique compte tenu de sa situation géographique. Les autres HER-2 situées sur le versant méditerranéen du massif peuvent a priori être regroupées, puisque même la région calcaire des Causses cévenoles présente des valeurs comparables à celles des Cévennes granitiques.

Valeurs de Référence

HER 8 Cévennes référence	GFI de référence	Nb. Taxons médiane	IBGN observé médiane	classe de variété référence	IBGN de référence (calculé)
HER-2 70 Hte Loire Cev.	9	26	15	8	16
Autres HER-2	9	31 à 37	17 à 19	10	18

Limite Très Bon Etat

HER 8 Cévennes Limite TBE	GFI Q25	Nb. Taxons Q25	IBGN Observé Q25	GFI limite TBE	classe de variété limite TBE	IBGN limite TBE (calculé)	EQR limite TBE
HER-2 70 Hte Loire Cev.	9	20	14	9	6	14	0,87
Autres HER-2	9	24,5 à 30,5	15,5 à 16	9	8	16	0,88

Limite Bon Etat

HER 8 Cévennes Limite BE	GFI limite BE	Nb. Taxons limite BE	classe variété limite BE	IBGN limite BE (calculé)	EQR limite BE
HER-2 70 Hte Loire Cev.	8	15	5	12	0,73
Autres HER-2	8	18 à 23	6	13	0,71

Correctif à apporter pour la DIREN Auvergne dans l'HER-2 70 (Haute Loire Cévenole)

HER 8- Cévennes HER-2 70	référence	IBGN limite TBE	EQR limite TBE	IBGN limite BE	EQR limite BE
DIREN Auvergne	14	13	0,92	10	0,69

Marge d'erreur : les valeurs du GFI sont fiables, mais une certaine incertitude pèse sur les valeurs de richesse, très variables. Des valeurs supérieures de + 1 point sont possibles à partir des valeurs du jeu Cemagref.

Les fortes variations de richesse sont probablement liées à l'hydrologie. Comme pour la région méditerranéenne, il sera indispensable de tenir compte des conditions hydrologiques, et de disposer de chroniques de données pour évaluer l'état écologique.

HER 9 : Tables calcaires

Le jeu RefDIREN comporte 31 stations et 223 relevés provenant de 8 DIREN : Basse Normandie, Centre, Champagne Ardennes, Haute Normandie, Ile de France, Pays de Loire, Picardie et Poitou Charentes. Le jeu Cemagref comprend 20 relevés sur 10 stations. La sélection stricte sous SIG ne retient aucune station pour cette HER, du fait des critères d'occupation du sol (*tableau XX annexe X*).

Analyse critique des données

Trois des DIREN contributrices de données ont été identifiées comme fournissant des valeurs « basses » : Champagne Ardennes, Picardie et Poitou Charentes. Les sites de ces DIREN sont donc exclus de l'analyse globale.

Dans le jeu restant, les stations considérées comme référence « douteuses » ont des GFI et IBGN médian plus faibles, la richesse étant identique ; par précaution, nous éliminons une de ces stations de la DIREN Pays de Loire dont le GFI est inférieur à 7 (4119300, VEGRE à Asnières-sur-vegre).

Enfin, 2 relevés non datés sur des sites de référence de la DIREN Haute Normandie ont des GFI très faibles, pouvant laisser suspecter un problème antérieur de pollution : (3212090, BETHUNE, Arques la bataille, HAUTE NORMANDIE) et (3178000, EPTE, Fourges, HAUTE NORMANDIE).

Ces stations ou relevés sont également exclus de l'analyse, ce qui ramène le jeu de données RefDIREN réduit à 125 relevés sur 17 stations. La distribution des valeurs est alors la suivante (*tableau 21 et figure 9*) :

HER 9 Tables Calcaires	Médianes			Q 25		
	GFI	Richesse	IBGN	GFI	Richesse	IBGN
Valeurs globales	7	33	16	6	28	14

Tableau 21 : Distribution des métriques de l'IBGN pour l'HER 9 Tables Calcaires dans le jeu RefDIREN réduit (125 relevés sur 17 stations). Les DIREN Champagne Ardennes, Picardie et Poitou Charentes ainsi que des sites ou relevés douteux sont exclus de l'analyse.

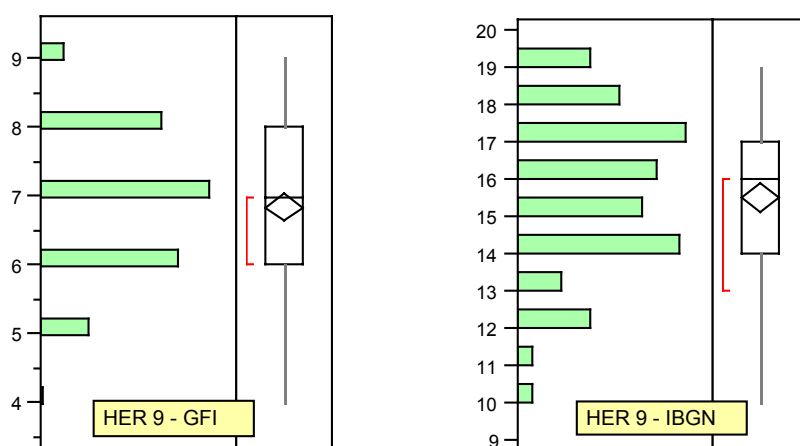


Figure 9 : Histogrammes de distribution du GFI de l'IBGN pour l'HER 9 Tables Calcaires dans le jeu RefDIREN réduit (125 relevés sur 17 stations). Les DIREN Champagne Ardennes, Picardie et Poitou Charentes ainsi que des sites ou relevés douteux sont exclus de l'analyse.

Effet des facteurs HER-2 et rang

Effet HER-2

L'effet HER-2 est significatif sur la richesse ($p= 0,03$) (figure 10), et faiblement significatif sur l'IBGN ($p= 0,08$). Cet effet HER-2 permet de faire deux groupes d'HER-2 soit 36 et 38 d'une part avec des valeurs hautes et 37, 54, 57 et 97 d'autre part avec des valeurs plus basses.

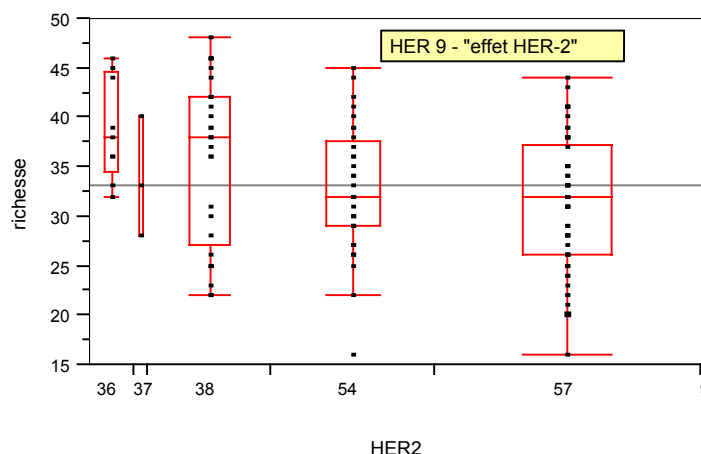


Figure 10 : Effet HER-2 sur la richesse dans l'HER 9 Tables Calcaires ; jeu RefDIREN réduit (125 rel.) ($p= 0,026$).

Effet du Rang

L'effet du rang est très fortement significatif sur toutes les métriques ($p < 0,001$), ce qui permet de donner la distribution de valeurs suivante par rang (figure 11 et tableau 22).

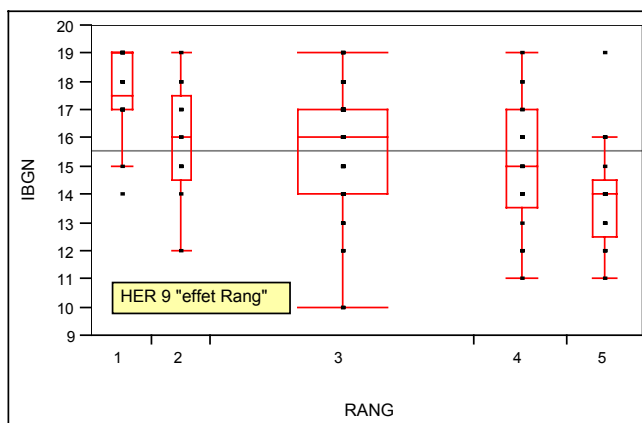


Figure 11 : Effet du Rang sur l'IBGN dans l'HER 9 Tables Calcaires ; jeu RefDIREN réduit (125 rel.) ($p < 0,001$).

HER 9 Tables Calcaires Rang	Médianes			Q 25		
	GFI	Richesse	IBGN	GFI	Richesse	IBGN
1	7	40,5	17,5	7	37,75	17
2	8	29	16	7	26,5	14,5
3	7	33	16	6	29	14
4	7	28	15	6	25,5	13,5
5	6	31	14	5	25,5	12,5

Tableau 22 : Distribution par Rang des métriques de l'IBGN dans l'HER 9 Tables Calcaires ; jeu RefDIREN réduit (125 rel.)

Cette distribution permet de constater des valeurs d'IBGN nettement plus élevées en rang 1, sensiblement égales à la moyenne de l'HER pour les rangs 2 et 3, et diminuant ensuite dans les rangs 4 et 5. Les valeurs du rang 1 sont dues à une richesse très élevée (40 taxons), la variation de cette métrique étant plus chaotique pour les rangs 2 à 5 (28 à 33). La diminution en rang 5 est due à une baisse du GFI.

Effet croisé HER-2 x Rang

Les deux effets « HER-2 » et « rang » étant significatifs, le second nettement plus que le premier, il convient de vérifier s'il existe un effet rang à l'intérieur des deux groupes d'HER-2 identifiés plus haut.

Pour le groupe des HER-2 de valeurs hautes, seuls sont représentés les rangs 1, 3 et 5. L'effet du rang est très significatif sur toutes les métriques, ($p < 0,005$), avec des valeurs équivalentes pour les rangs 1 et 3, mais plus faibles en rang 5 (*figure 12 et tableau 23*).

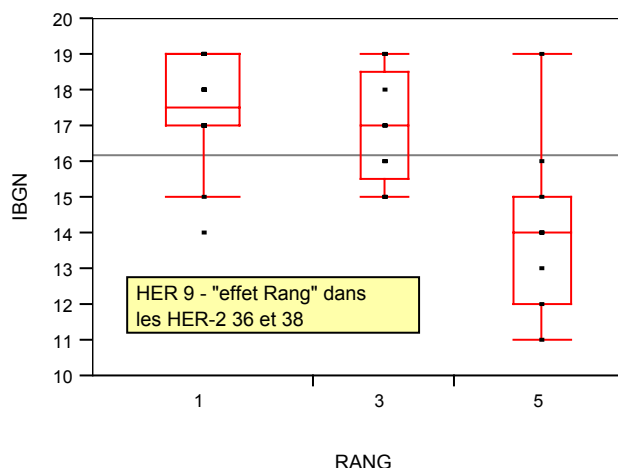


Figure 12 : HER 9 - Tables Calcaires - Effet du Rang sur l'IBGN dans les HER-2 36 et 38 (34 rel.) ($p = 0,001$).

HER 9 HER-2 36 et 38 Rang	Médianes			Q 25		
	GFI	Richesse	IBGN	GFI	Richesse	IBGN
1	7	40,5	17,5	7	37,75	17
3	7	38	17	7	34,5	15,5
5	6	28	14	6	23	12

Tableau 23 : HER 9 - Tables Calcaires – Distribution des valeurs en fonction du Rang dans les HER-2 36 et 38 (34 rel.) ($p < 0,005$).

Dans le groupe des HER-2 présentant des valeurs basses (37, 54, 57 et 97), les rangs 2 à 5 sont présents, avec 91 relevés. L'effet du rang n'est significatif que pour le GFI ($p = 0,001$), avec une valeur médiane nettement plus faible en rang 5 (GFI = 5). Mais la variation de richesse n'est pas du tout significative, et celle de l'IBGN non plus bien que l'on observe la même tendance générale d'une diminution avec le rang (*tableau 24*).

HER 9, HER-2 37, 54, 57 et 97 Rang	Médianes			Q 25		
	GFI	Richesse	IBGN	GFI	Richesse	IBGN
2	8	29	16	7	26,5	14,5
3	7	32	16	6	28	14
4	7	28	15	6	25,5	13,5
5	5	33	14	4,75	31,5	12,75

Tableau 24 : HER 9 - Tables Calcaires – Distribution des valeurs en fonction du Rang dans les HER-2 37, 54, 57 et 97 (91 rel.). Seule la variation du GFI est significative ($p = 0,001$).

Discussion : quelle typologie privilégier ?

Face à ces résultats, on peut se demander si une partie de l'effet HER-2 ne pourrait pas s'expliquer par une distribution inégale des rangs dans les régions testées. En effet, les sites de rang 1 qui présentent des valeurs nettement supérieures ne se trouvent que dans les HER-2 36 et 38 qui ont elles aussi des valeurs supérieures.

Les comparaisons à rang égal entre les deux groupes d'HER-2 ne peuvent se faire que sur les rangs 3 et 5. Les rangs 5 ont des médianes IBGN identiques (même si la combinaison des métriques est très différente), et la comparaison ne porte que sur 2 stations de l'Eure et de la Sarthe (17 relevés). Or cette dernière n'est pas endogène de la région concernée. Il n'y a donc pas lieu de différencier un effet HER-2 sur les rangs 5.

En revanche, les valeurs médianes pour les rangs 3 étant différentes pour les deux groupes, on peut analyser un effet HER-2 indépendant du rang sur les rangs 3. L'analyse porte sur 60 relevés sur 8 stations, et ne concerne plus que 4 HER-2. Pour l'HER-2 37, le rang 3 ne comporte que 3 relevés sur une seule station, la comparaison n'est donc pas très probante. Dans cette configuration, seule la région 57 (4 stations) présente des valeurs médianes d'IBGN significativement inférieures aux trois autres ($p = 0,03$), bien que là encore la combinaison des métriques qui aboutissent à ces valeurs soit variable.

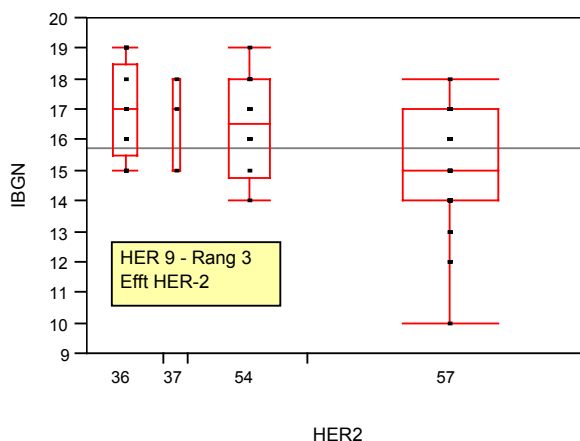


Figure 13 : HER 9 - Tables Calcaires, stations de rang 3. Distribution des valeurs selon les HER-2 (60 rel, 8 st.) ($p = 0,03$).

HER 9, rang 3 HER-2	Médianes			Q 25		
	GFI	Richesse	IBGN	GFI	Richesse	IBGN
36	7	38	17	7	34,5	15,5
37	8	33	17	8	28	15
54	7	32,5	16,5	6	29,75	14,75
57	6	32	15	6	27	14

Tableau 25 : HER 9 - Tables Calcaires, stations de rang 3. Distribution des valeurs selon les HER-2 (60 rel, 8 stations) ($p = 0,03$).

Autres effets HER-2

Dans la première version de ce texte un effet HER-2 avait été identifié pour l'HER-2 40 (Champagne humide). Or toutes les stations de cette région proviennent de deux DIREN (Champagne Ardennes et Picardie) qui ont été exclues de l'analyse du fait de leurs valeurs « basses ». Cet effet HER-2 40 pourrait donc être entièrement lié à l'effet DIREN. Pour tester cette hypothèse, nous avons analysé l'effet HER-2 sur les données de ces deux DIREN (45 relevés). Aucune différence significative n'apparaît, entre les HER-2 36, 38, 40 et 57, à l'exception de valeurs de GFI plus élevées pour la région 57 (6 rel.).

Comparaison avec d'autres jeux de données

Les valeurs des rangs 2 et 3 dans la plupart des HER-2 (sauf 57) sont cohérentes avec celles du jeu Cemagref sur le bassin de Loire (tableau 26), ce qui constitue une validation de ces valeurs. C'est donc celles que nous retiendrons.

HER 9, rangs 2-3 Jeu Cemagref	Médianes			Q 25		
	GFI	Richesse	IBGN	GFI	Richesse	IBGN
36	7	37,5	17	7	33	16

Tableau 26 : HER 9 - Tables Calcaires, Distribution des valeurs du jeu de données Cemagref (20 rel, 10 stations).

Conclusions sur la typologie de l'HER 9

En premier lieu, il convient de souligner la forte variabilité interne de l'IBGN dans cette HER Tables Calcaires. A l'opposé de la plupart des autres régions, la métrique GFI varie fortement et de manière assez aléatoire, avec de fortes répercussions sur l'IBGN. Cette variation ne semble pas répondre à une logique régionale, ni longitudinale. Pourtant, à l'échelle de la métropole, l'hétérogénéité interne de cette HER ne semble pas supérieure à celle des autres sur des critères géographiques. Mais il semble que de faibles variations locales, difficilement intégrables dans une typologie, se traduisent par de fortes variations de l'IBGN. La première conclusion qu'on devra en tirer est que l'IBGN, et en particulier le GFI, est probablement mal adapté à cette région de plaine ; la recherche de métriques plus robustes s'avère ici une priorité. Il faut néanmoins fournir des valeurs de référence pour l'IBGN.

Effet HER-2

Il ressort des analyses précédentes que le seul effet HER-2 statistiquement fiable concerne la région 57, (Tables Calcaires - Haute Normandie Picardie), avec des données (non datées) provenant de la DIREN Haute Normandie. Bien que le jeu de données soit assez faible, cet effet pourrait correspondre à une réalité écologique. Cependant aucune combinaison spécifique des caractéristiques du relief, de la géologie ou du climat ne différencie cette région au sein de l'HER 9.

La seule hypothèse qui pourrait être avancée est la suivante : le descriptif de cette région indique que « le drainage des nappes de la craie dans des vallées incisées où l'essentiel du réseau hydrographique est représenté .. entraîne un régime hydrologique soutenu » (Wasson *et al.*, 2002). C'est d'ailleurs cette particularité, avec la tendance climatique nettement océanique (mais partagée par d'autres HER-2), qui a justifié la délimitation de cette région. Cette stabilité du régime hydrologique pourrait être le facteur explicatif d'une réduction de la diversité des peuplements d'invertébrés, mais cette hypothèse reste à vérifier avec les données hydrologiques.

La distribution des valeurs dans l'HER-2 57 varie peu selon le rang, pour les rangs 2 à 4 : seule la variation du GFI est faiblement significative ($p = 0,06$), avec une valeur plus élevée en rang 2. La valeur du Q 25 (limite TBE) semble plus faible pour le rang 4, mais ces différences, non prouvées statistiquement, n'interviennent pas sur la limite du Bon Etat. Nous ne retiendrons donc qu'une valeur globale (tableau 27), les valeurs par rang étant données à titre indicatif.

HER-2 57	Médianes			Q 25		
	GFI	Richesse	IBGN	GFI	Richesse	IBGN
Valeur globale	7	32	15	6	26	14
<i>Rang 2</i>	7	31	15,5	7	26,75	14
<i>Rang 3</i>	6	32	15	6	26	14
<i>Rang 4</i>	6	30	14,5	5,75	23,5	12

Tableau 27 : HER 9 - Tables Calcaires, HER-2 57 – Distribution des valeurs en fonction du rang dans le jeu RefDIREN réduit (54 rel.) ($p < 0,06$ pour le GFI, ns pour les autres métriques).

En revanche, la variation longitudinale semble plus fondée statistiquement, bien qu'il demeure une incertitude de 1 point IBGN selon les jeux de données étudiés. La variation observée, celle d'une diminution avec le rang, est en contradiction avec les hypothèses théoriques. Mais ces hypothèses sont généralement fondées sur l'observation de réseaux qui prennent naissance en montagne et se terminent en plaine. Le décalage typologique observé sur les peuplements de poissons dans le bassin de la Loire (Boët et Belliard, 1997) atteint facilement 3 ou 4 rangs entre la plaine et la montagne : des rangs 2 des Tables calcaires peuvent avoir le même assemblage de poissons que des rangs 5 du Massif Central. Il y a toutes les raisons de penser que le même phénomène se produit pour les invertébrés. Sous cette hypothèse, une diminution des indices dans les rangs 4 et 5 des Tables Calcaires pourrait correspondre à un phénomène naturel.

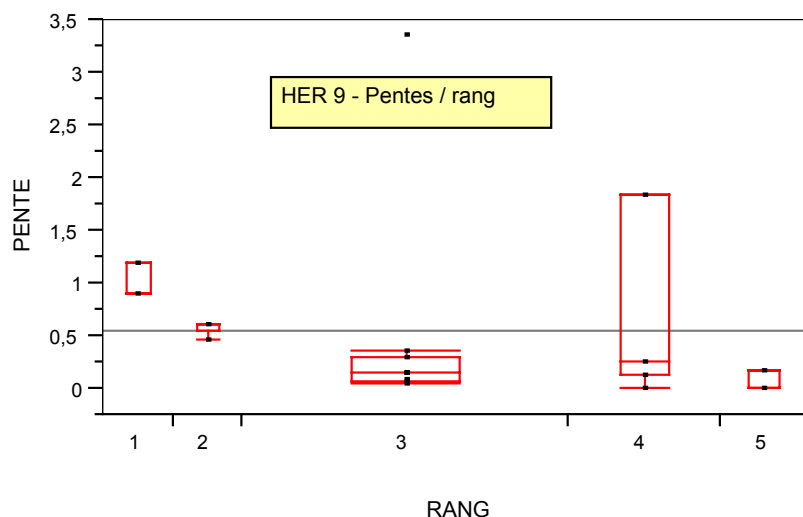


Figure 14 :

A RAJOUTER et interpréter ? : distribution des pentes selon le rang

Les distributions des valeurs correspondantes sont les suivantes (*tableau 28*). Les rang 2 ne comporte que 3 relevés sur une seule station, mais les différences restent significatives même si on exclu ce rang.

HER 9, sauf 57	Rang	Nb rel	Médianes			Q 25		
			GFI	Richesse	IBGN	GFI	Richesse	IBGN
	1		7	40,5	17,5	7	37,75	17
	2	3	9	29	16	8	22	15
	3		7	36	17	7	31,75	15
	4	11	8	27	16	7	26	14
	5	17	6	31	14	5	25,5	12,5

Tableau 28 : HER 9 - Tables Calcaires, HER-2 57 exclue – Distribution des valeurs en fonction du Rang (rel.) dans le jeu RefDIREN réduit ($p < 0,001$ pour les 3 métriques).

Toutefois, les valeurs pour le rang 5 semblent très faibles, et une certaine validation des références semble nécessaire avant d'avaliser ces valeurs ; en effet, la possibilité de trouver des « bonnes » références dans les cours d'eau de cette taille reste hypothétique compte tenu du développement de l'agriculture dans toute cette région. Nous garderons donc un GFI à 7 et la classe 9 de richesse comme référence pour les rangs 4 & 5.

Nous retiendrons donc en définitive pour l'HER 9 :

- un effet HER-2 pour la région 57 uniquement (Tables Calcaires - Haute Normandie Picardie)
- pour le reste de l'HER, une variation selon le rang, en distinguant les rangs 1, 2, le rang 3, et les rangs 4 et 5. Il est possible que les valeurs de référence réelles soient légèrement supérieures pour les rangs 1, et inférieures pour les rangs 5, mais ce compromis nous semble plus réaliste compte tenu des données disponibles.

Enfin, pour les nombreux cas où une marge d'incertitude demeure, nous prendrons plutôt par précaution des hypothèses hautes pour tenir compte du fort degré d'anthropisation général de toute cette HER.

Limites de classes**HER 9 – valeurs générales**

Dans les tableaux ci-dessous, nous indiquons entre parenthèses les valeurs extrêmes observées dans différentes configurations.

Valeurs de Référence

HER 9 Tables calcaires Sauf HER-2 57	GFI de référence	Nb. Taxons médiane	IBGN observé médiane	classe de variété référence	IBGN de référence (calculé)
Rangs 1 & 2	7 (9)	37 à 40,5 (29)	17 à 17,5 (16)	11	17 *
Rang 3	7	32,5 à 38	16,5 à 17	11	17
Rang 4 & 5	7 (7 à 8)	27 à 31	14 à 16	9	15**

* valeur fiable

** incertitude de 1 point selon le rang

Limite Très Bon Etat

HER 9 Tables calcaires Sauf HER-2 57	GFI Q25	Nb. Taxons Q25	IBGN Observé Q25	GFI limite TBE	classe de variété limite TBE	IBGN limite TBE (calculé)	EQR limite TBE
Rangs 1 & 2	7 (8)	33 à 38 (22)	16 à 17 (15)	7	10	16**	0,94
Rang 3	7 (8)	30 à 34,5 (28)	15 à 15,5	7	9	15*	0,88
Rangs 4 & 5	5 à 7	25 à 26	12,5 à 14	7	8	14***	0,93

*** cohérent pour le rang 4 ; la limite pourrait être à 13 pour le rang 5 avec GFI = 6

Limite Bon Etat

HER 9 Tables calcaires Sauf HER-2 57	GFI limite BE	Nb. Taxons limite BE	classe variété limite BE	IBGN limite BE (calculé)	EQR limite BE
Rangs 1 & 2	6	25 à 29	8	13	0,75
Rang 3	6	23 à 26	7	12	0,69
Rangs 4 & 5	6	19 à 20	6	11****	0,71

**** cohérent pour le rang 4 ; la limite pourrait être à 10 pour le rang 5 avec GFI = 5

HER-2 57**Valeurs de Référence**

Tables calcaires HER-2 57	GFI de référence	Nb. Taxons médiane	IBGN observé médiane	classe de variété référence	IBGN de référence (calculé)
Rangs 1 à 3	7 (6)	30 à 32	14,5 à 15,5	9	15

Limite Très Bon Etat

Tables calcaires HER-2 57	GFI Q25	Nb. Taxons Q25	IBGN Observé Q25	GFI limite TBE	classe de variété limite TBE	IBGN limite TBE (calculé)	EQR limite TBE
Rangs 1 à 3	6 à 7	26 (23)	14 (12)	7	8	14*	0,93

* valeur du Q25 IBGN pour les rangs 1 à 3, la limite pourrait être à 13 pour les rangs 4 & 5.

Limite Bon Etat

Tables calcaires HER-2 57	GFI limite BE	Nb. Taxons limite BE	classe variété limite BE	IBGN limite BE (calculé)	EQR limite BE
Rangs 1 à 3	5	17 à 20	6	10	0,64**

** EQR anormalement faible qui pourrait être révisée à la hausse (Limite BE = 11)

Correctif à apporter pour les DIREN Champagne Ardennes, Poitou Charentes et Picardie

Il n'y a aucune différence entre les valeurs de référence pour ces 3 DIREN ni aucun effet rang ou HER-2 significatif. La médiane de l'IBGN est à 14 (*tableau 29*). Cette valeur est identique si l'on ne considère que les rangs 1 à 3, et en enlevant deux stations de l'HER-2 57 ; elle est à comparer à la référence IBGN 17 retenue comme valeur générale sur les rangs 1 à 3.

HER- 9	Médianes			Q 25		
	GFI	Richesse	IBGN	GFI	Richesse	IBGN
Champagne Ardennes	6	27	14	6	24	13
Picardie	6	27	13,5	5	22,75	12
Poitou Charentes	7	29	14	6	25	13
RANGS 1 à 3	7	28	14	6	24	13

Tableau 29 : HER 9 - Tables Calcaires. Distribution des valeurs IBGN pour les DIREN à notation basse, pour l'ensemble des données et pour les rangs 1 à 3.

Nous prendrons pour ces trois DIREN donc des valeurs identiques pour tous les types.

Correctif DIREN Picardie, Champagnes Ardennes et Poitou Charentes

HER9 Tables Calcaires	référence	IBGN limite TBE	EQR limite TBE	IBGN limite BE	EQR limite BE
Tous types	14	13	0,92	10	0,69

Marge d'erreur : les valeurs du GFI sont variables et des combinaisons différentes de métriques peuvent arriver à la même valeur IBGN de référence. C'est donc essentiellement l'IBGN qu'il faut considérer pour le diagnostic. Les valeurs générales correspondant aux rangs 1 à 3 sont relativement fiables, mais pour les rangs supérieurs un certain doute pèse sur la validité des références et le caractère « naturel » de la diminution des valeurs. Ce point très important devra être validé par d'autres approches, notamment sur données historiques indépendantes.

HER 10 : Cotes Calcaires Est

Le jeu RefDIREN comporte 42 stations et 153 relevés provenant de cinq DIREN : Alsace, Bourgogne, Champagne Ardennes, Lorraine et Picardie. La sélection SIG stricte comporte 21 relevés sur 5 stations (*tableau XX annexe X*). Il n'y a pas de données Cemagref.

Analyse critique des données

Deux DIREN sont considérées comme fournissant des valeurs « basses » : Champagne Ardennes (41 relevés), et Picardie (1 relevé). L'effet DIREN est confirmé car la valeur médiane de l'IBGN en Champagne Ardennes est inférieure de 2 points à celles de Bourgogne et Lorraine ($p < 0,0001$) (*tableau 30*) ; cette différence provient de la métrique richesse. La DIREN Alsace fournit un seul relevé sur une station considérée comme « bonne » référence, et dont la valeur correspond à la médiane des DIREN à notation « haute » ; cette station est conservée. Le relevé de Picardie correspond à la médiane de Champagne Ardennes.

HER 10 Cotes Calcaires Est	Médianes			Q 25		
	GFI	Richesse	IBGN	GFI	Richesse	IBGN
Bourgogne	7	37	17	7	31	15
Champagne Ardennes	7	29	15	7	25,5	13,5
Lorraine	7	43	17	6	40	16

Tableau 30 : HER 10 - Côtes Calcaires Est, jeu RefDIREN (42 stations et 153 relevés) ; distribution des valeurs pour les trois principales DIREN ($p < 0,001$ pour richesse et IBGN).

Les données de Champagne Ardennes et Picardie sont donc exclues de l'analyse. Le jeu RefDIREN réduit comporte 111 relevés sur 36 stations. La distribution globale des valeurs est la suivante (*tableau 31*).

HER 10 Cotes Calcaires Est	Médianes			Q 25		
	GFI	Richesse	IBGN	GFI	Richesse	IBGN
Valeurs globales	7	38	17	7	32	15

Tableau 31 : HER 10 - Côtes Calcaires Est, distribution des valeurs de l'IBGN ; jeu RefDIREN réduit (36 st., 111 rel.).

La distribution du GFI est nettement unimodale, la valeur de référence à 7 n'est donc pas douteuse (*figure 15*).

En revanche, les distributions de la richesse et de l'IBGN sont plus dispersées. Une certaine hétérogénéité interne est à rechercher.

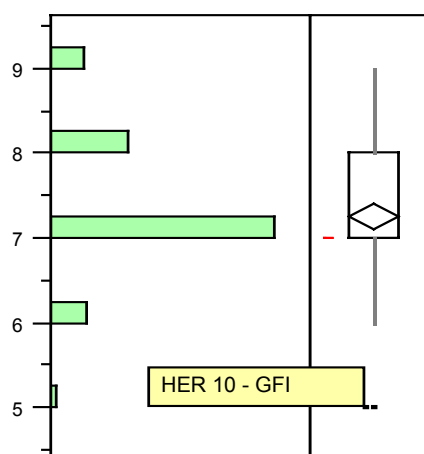


Figure 15 : HER 10 - Côtes Calcaires Est, distribution des valeurs du GFI. Jeu RefDIREN réduit (36 st., 111 rel.).

Effet des différents facteurs

L'effet rang est significatif ($p < 0,0001$ pour la richesse et l'IBGN), et permet d'opposer les rangs 1, 2 et 3 aux rangs 4 et 5 qui présentent des valeurs plus élevées (figure 16). Le rang 5 ne correspond qu'à un seul relevé sur la Meuse.

La plupart des stations de rang 4 proviennent de la DIREN Bourgogne et pourraient être partiellement influencées à l'amont par le Morvan, mais elles sont réparties sur 4 HER-2.

Cet effet rang évolue à l'inverse de ce qui a été observé précédemment sur les Tables Calcaires, bien que les pentes des stations de rang 4 soient similaires dans les deux HER (environ 0,25%). Néanmoins, il est possible que les rivières moyennes soient plus dynamiques et présentent un habitat plus diversifié dans l'HER Côtes Calcaires dont le relief est plus marqué et plus arrosé que celui des Tables Calcaires. Cette hypothèse demande à être validée sur des données hydro-morphologiques.

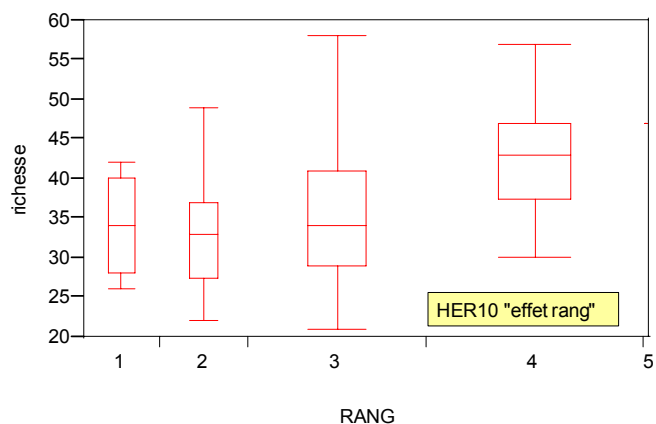


Figure 16 : HER 10 - Côtes Calcaires Est, distribution des valeurs de richesse selon le rang ($p < 0,0001$). Jeu RefDIREN réduit (36 st., 111 rel.).

Les distributions des valeurs par rang sont les suivantes :

HER 10 Cotes Calcaires Est	Médianes			Q 25		
	GFI	Richesse	IBGN	GFI	Richesse	IBGN
Rang 1	8	34	17	7	28	14
Rang 2	7	33	16	7	27,5	15
Rang 3	7	35	16	7	29,5	15
Rang 4	7	43	18	7	37,5	16,75
Rang 5	6	47	18	6	47	18

Tableau 32 :

L'effet HER-2 est également significatif mais il est difficile à interpréter et après examen du jeu de données, il semble qu'il soit en partie lié au rang. L'effet rang est donc prépondérant sur l'effet HER-2, et nous retiendrons une typologie avec deux classes de rangs (1 à 3 et 4+5) pour l'HER 10.

Comparaison avec d'autres jeux de données

Le jeu SIG strict, avec 21 relevés, fournit des valeurs encore plus élevées pour le Q75 et la médiane de l'HER, avec des IBGN à 18 et 16 respectivement. Les valeurs du jeu RefDIREN réduit ne semblent donc pas surévaluées.

Limites de classes**Valeurs de Référence**

HER 10 Côtes Calcaires Est	GFI de référence	Nb. Taxons médiane	IBGN observé médiane	classe de variété référence	IBGN de référence (calculé)
Rangs 1, 2 & 3	7 (8)	33 à 35	16 (17)	10	16
Rang 4 & 5	7	43	18	12	18

Limite Très Bon Etat

HER 10 Côtes Calcaires Est	GFI Q25	Nb. Taxons Q25	IBGN Observé Q25	GFI limite TBE	classe de variété limite TBE	IBGN limite TBE (calculé)	EQR limite TBE
Rangs 1, 2 & 3	7	29 (27,5)	15 (14)	7	9	15	0,93
Rangs 4 & 5	7	38	17	7	11	17	0,94

Limite Bon Etat

HER 10 Côtes Calcaires Est	GFI limite BE	Nb. Taxons limite BE	classe variété limite BE	IBGN limite BE (calculé)	EQR limite BE
Rangs 1, 2 & 3	6	22 (21)	7	12	0,73
Rangs 4 & 5	6	29	9	14	0,76

Correctif à apporter pour les DIREN Champagne Ardennes et Picardie

Il n'y a pas d'effet du rang dans la DIREN Champagne Ardennes, bien que 30% des relevés proviennent de stations de rang 4. Nous prendrons donc une valeur de référence unique pour ces DIREN dans l'HER 10.

Correctif DIREN Champagnes Ardennes et Picardie

HER10 Côtes Calcaires Est	référence	IBGN limite TBE	EQR limite TBE	IBGN limite BE	EQR limite BE
Tous types	15	14	0,93	11	0,71

Marge d'erreur : les valeurs du GFI sont assez cohérentes, et les deux sélections indépendantes des mêmes données d'origine (RefDIREN et SIG) aboutissent à des valeurs également assez comparables. Ici encore, la principale incertitude provient d'un effet DIREN et de la correction qui est apportée.

HER 11 : Causses aquitains

Le jeu RefDIREN comporte 24 relevés sur 5 stations provenant des DIREN Aquitaine (2 stations et 21 relevés) et Midi Pyrénées (3 stations pour 3 relevés). La sélection stricte sous SIG ne comprend aucun relevé du fait de l'occupation du sol, mais 24 relevés correspondent à une sélection stricte sur les rejets seuls. Il n'y a pas de données du Cemagref ni du LEH Toulouse (*tableau XX annexe X*).

Analyse critique des données

La DIREN Midi Pyrénées est identifiée comme fournissant des valeurs « basses ». Cet effet DIREN est confirmé car la valeur médiane de l'IBGN en Midi Pyrénées est inférieure de 4 points à celles de la DIREN Aquitaine ($p = 0,02$), et le Q25 est inférieur de 3 points. Cette différence est sensible sur les deux métriques richesse et GFI. Les données de Midi Pyrénées sont donc exclues de l'analyse.

Le jeu RefDIREN réduit comporte donc les 21 relevés provenant de 2 stations de la DIREN Aquitaine (5035000, DRONNE, pont de St Front la rivière, rang 3), et (5059000, DORDOGNE, pont de la d46, à Cenac, aval confluent Cuze, rang 5).

HER 11 Causses Aquitains	Médianes			Q 25		
	GFI	Richesse	IBGN	GFI	Richesse	IBGN
Valeurs globales	8	32	16	7	29	15

Tableau 33 : HER 11 – Causses Aquitains, distribution des valeurs de l'IBGN ; jeu RefDIREN réduit (2 stations, 21 relevés). Les données de la DIREN Midi Pyrénées sont exclues de l'analyse.

Effets des différents facteurs

Aucun effet HER-2 ou rang ne peut être identifié sur ce jeu de données très réduit. Nous utiliserons des valeurs uniques sur toute l'HER.

Limites de classes

Valeurs de Référence

HER 11 Causses Aquitains	GFI de référence	Nb. Taxons médiane	IBGN observé médiane	classe de variété référence	IBGN de référence (calculé)
Valeurs globales	8	32	16	9	16

Limite Très Bon Etat

HER 11 Causses Aquitains	GFI Q25	Nb. Taxons Q25	IBGN Observé Q25	GFI limite TBE	classe de variété limite TBE	IBGN limite TBE (calculé)	EQR limite TBE
Valeurs globales	7	29	15	7	9	15	0,93

Limite Bon Etat

HER 11 Causses Aquitains	GFI limite BE	Nb. Taxons limite BE	classe variété limite BE	IBGN limite BE (calculé)	EQR limite BE
Valeurs globales	6	22	7	12	0,73

Correctif à apporter pour la DIREN Midi Pyrénées

La valeur médiane de l'IBGN en Midi Pyrénées est inférieure de 4 points à celles de la DIREN Aquitaine, et le Q25 est inférieur de 3 points. Vu le peu de fiabilité d'une statistique portant sur 3 relevés, nous retiendrons une correction de 3 points sur la valeur de référence qui correspond à l'écart moyen de la DIREN Midi Pyrénées par rapport aux DIREN à notation « haute ».

Correctif DIREN Midi Pyrénées

HER 11 Causses Aquitains	référence	IBGN limite TBE	EQR limite TBE	IBGN limite BE	EQR limite BE
Valeurs globales	13	12	0,92	10	0,75

Marge d'erreur : il est impossible d'évaluer une marge d'erreur pour cette HER, au vu de seulement deux stations. La principale source d'erreur vient de l'effet DIREN particulièrement marqué.

HER 12 : Massif armoricain

Le jeu RefDIREN global comporte 58 stations et 173 relevés provenant de 4 DIREN : Basse Normandie, Bretagne, Pays de Loire et Poitou Charentes. La sélection stricte sous SIG ne retient aucune station du fait de l'occupation des sols, mais 67 relevés peuvent être sélectionnés sur des critères stricts de rejets uniquement. Le jeu Cemagref comporte 11 relevés sur 6 stations (*tableau XX annexe X*).

Analyse critique des données

La DIREN Poitou Charentes a été identifiée comme fournissant des valeurs « basses ». Les données correspondantes (13 relevés sur 2 stations) sont donc exclues de l'analyse.

De très nombreuses stations restantes sont considérées comme références « douteuses », mais globalement elles ne diffèrent absolument pas des « bonnes » références.

Certaines valeurs du GFI sont très basses, mais elles correspondent à des stations considérées comme de « bonnes » références. Toutefois une station présente un brusque relèvement des valeurs en 1998, laissant supposer une pollution antérieure (4174250, QUEFFLEUTH à Plourin les Morlaix, Bretagne). Les 5 relevés correspondant sont exclus de l'analyse.

Une valeur très faible (GFI = 2, IBGN = 8) apparaît aussi en 1997 dans une station considérée comme une « bonne » référence (4153100, CIBOULE, Saint Mathurin, PAYS DE LOIRE), laissant supposer un problème passager. Ce relevé est également exclu de l'analyse.

Pour les rangs 5, des valeurs très faibles (IBGN = 12, GFI = 5) sont observées sur une station considérée comme « douteuse » par la DIREN (4138000, SEVRE NANTAISE, pont D970bis à Cerizay, PAYSDELALOIRE) ; mais surtout, on constate une très nette amélioration de l'IBGN qui varie entre 10 et 13 pour les années 1992 à 1999, et remonte à 17 et 16 pour les années 2000 et 2001. On peut donc penser qu'une action de dépollution a été menée à bien, et nous ne garderons pour cette station que les valeurs de ces deux dernières années.

Le jeu RefDIREN réduit comporte donc 147 relevés sur 56 stations. La distribution des valeurs est alors la suivante (*tableau 34*) :

HER 12 Massif Armoricain	Médianes			Q 25		
	GFI	Richesse	IBGN	GFI	Richesse	IBGN
Valeurs globales	8	33	17	7	29	16

Tableau 34 : Distribution des métriques de l'IBGN pour l'HER 12 Massif Armoricain dans le jeu RefDIREN réduit (147 relevés sur 56 stations). La DIREN Poitou Charentes est exclue de l'analyse.

Effet des différents facteurs

Effet HER-2

L'effet HER-2 est significatif sur le GFI ($p < 0,0001$), la richesse ($p = 0,03$) et l'IBGN ($p < 0,0001$). Le test de comparaison multiple réalisé sur la base de ces résultats permet d'isoler l'HER-2 58 (MA Sud intérieur) qui présente des valeurs plus faibles que les trois autres. L'HER-2 55 présente des valeurs plus élevées et la 117 apparaît en position intermédiaire, avec des valeurs assez variables.

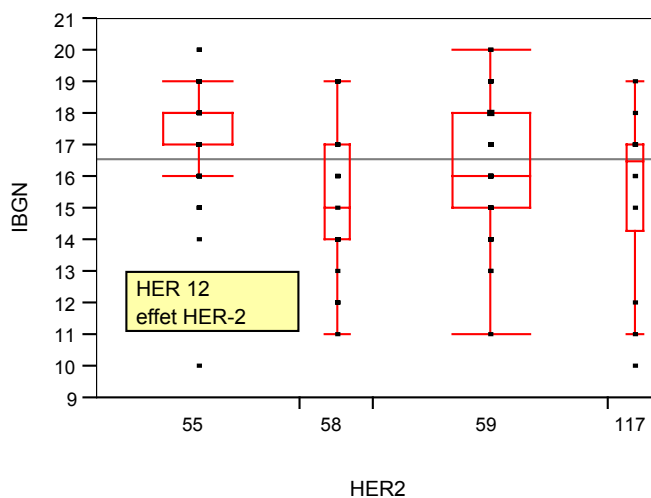


Figure 17 : HER 12 – Massif Armoricain; distribution de l'IBGN par HER-2 ($p < 0,0001$). Jeu RefDIREN réduit (147 relevés sur 56 stations).

Effet Rang

L'effet du rang est très significatif sur la richesse ($p=0,0007$) et l'IBGN ($p=0,01$), le GFI restant stable avec une médiane à 8 pour tous les rangs. Les petits cours d'eau (rangs 1) présentent des valeurs de richesse et d'IBGN nettement plus faibles que les autres. La distribution des valeurs par rangs est la suivante (figure 18 et tableau 35).

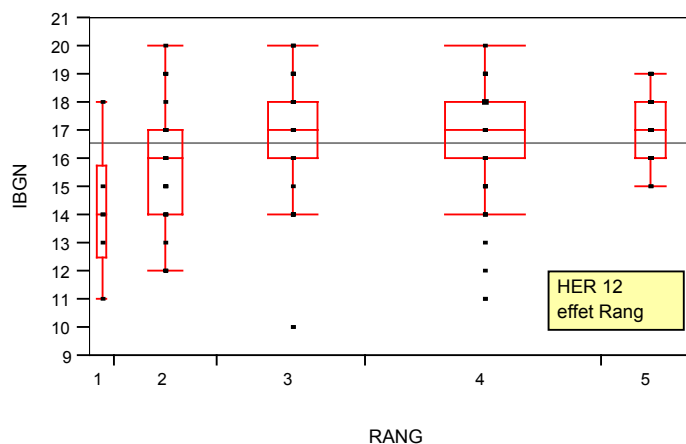


Figure 18 : HER 12 – Massif Armoricaïn; distribution de l'IBGN par rang ($p = 0,01$). Jeu RefDIREN réduit (147 relevés sur 56 stations).

HER 12 Massif Armoricaïn	Médianes			Q 25		
	GFI	Richesse	IBGN	GFI	Richesse	IBGN
Rang 1	8	24	14	7,75	15	12,5
Rang 2	8	31	16	7	27,5	14
Rang 3	8	34	17	7	31	16
Rang 4	8	33	17	7,5	29	16
Rang 5	8	35	17	8	32	16

Tableau 35 : HER 12 – Massif Armoricaïn; distribution des métriques de l'IBGN par rang ($p = 0,01$ pour l'IBGN). Jeu RefDIREN réduit (147 relevés sur 56 stations).

Ici encore, l'effet HER-2 peut être biaisé par une distribution inégale des rangs dans les différentes régions. Les rangs 2 à 5 sont bien répartis dans toutes les régions, sauf la 117 dont l'échantillon ne contient que des rangs 3 & 4. Les rangs 1 ne se trouvent que dans l'HER-2 59. Nous pouvons donc tester un effet HER-2 indépendamment du rang sur les rangs 3 & 4 dont les valeurs médianes ne diffèrent pas entre elles.

L'effet HER-2 est significatif sur IBGN ($p= 0,01$), cette différence provenant du GFI significativement plus faible ($p < 0,0001$) dans la partie Sud intérieure (HER-2 58), alors que les valeurs de richesse, très variables dans cette région, ne permettent de la différencier statistiquement (tableau 36 et figure 19).

HER 12 Massif Armoricaïn Rangs 3 & 4	Médianes			Q 25		
	GFI	Richesse	IBGN	GFI	Richesse	IBGN
HER-2 55	9	34	18	8	31	17
HER-2 58	7	29,5	15	7	25,25	14
HER-2 59	8	34,5	17	8	30,25	16
HER-2 117	8	31,5	16,5	6,75	27,75	14,25

Tableau 36 : HER 12 – Massif Armoricaïn; distribution des métriques l'IBGN par HER-2. Pour les rangs 3 & 4. Jeu RefDIREN réduit (94 relevés).

On distingue sur cette figure deux groupes d'HER-2, la 55 et la 59 se distinguent des deux autres par des valeurs plus élevées, et surtout une distribution plus resserrée des valeurs : le Q25 des 3 métriques est nettement plus faible dans les HER-2 58 et 117.

Ceci aura des implications importantes pour la définition des limites de classes.

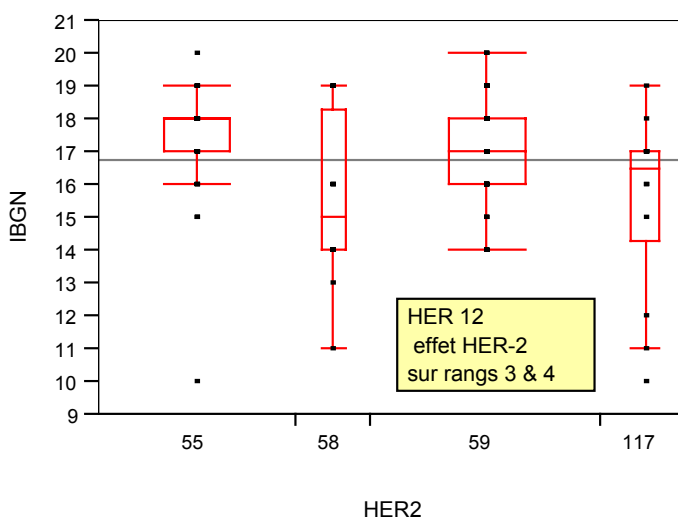


Figure 19 : HER 12 – Massif Armoricain; distribution de l'IBGN par HER-2 ($p = 0,01$) pour les rangs 3 & 4. Jeu RefDIREN réduit (93 relevés).

Quelle typologie adopter ?

Regroupements des HER-2

Pour cette dernière raison, et bien que la région 117 présente des valeurs médianes intermédiaires entre la région Sud et les deux régions Nord est et Ouest, nous proposons de distinguer deux sous-ensembles dans le Massif Armoricain :

- d'une part les HER-2 59 (M.A. Ouest) et 55 (M.A. Nord Est), plus humides, plus fraîches et au relief légèrement plus accidenté.
- d'autre part, les HER-2 58 (M.A. Sud intérieur) et 117 (M.A. Est intérieur), régions où le déficit hydrique estival est nettement plus marqué du fait de précipitations plus faibles et de températures plus élevées ; le relief y est également plus monotone.

Nous ne disposons d'aucun site de référence dans la région 118 qui permette de la rattacher avec certitude à l'un ou l'autre de ces deux ensembles. Le relief et les précipitations la rapprochent des HER-2 117 et 58, mais du fait de la proximité de la Manche les températures sont sensiblement plus fraîches et correspondent à celle des régions humides. Pour cette raison, et suivant l'avis des experts locaux, nous proposons de rattacher la région 118 à l'ensemble Nord et Ouest (HER-2 55 et 59) sous influence du climat atlantique. Mais cette hypothèse demandera à être validée sur des sites de référence à rechercher en priorité dans cette région.

Typologie HER-2 x Rang

La dernière question concerne l'effet du rang dans les deux sous-ensembles définis ci-dessus.

Concernant les régions 55 & 59, l'effet du rang est significatif sur l'IBGN ($p=0,008$) du fait de la variation de la richesse ($p = 0,002$), le GFI restant relativement constant. Les valeurs augmentent pour les deux premiers rangs puis se stabilisent pour les rangs 3 à 5 (*tableau 37 et figure 20*).

HER 12 Massif Armoricain HER-2 55 & 59	Médianes			Q 25		
	GFI	Richesse	IBGN	GFI	Richesse	IBGN
Rang 1	8	24	14	7,75	15	12,5
Rang 2	8	31	16	7	27	15
Rang 3	9	34	18	8	31,25	17
Rang 4	8	35	17	8	30	16
Rang 5	8	35	17	8	31,5	16

Tableau 37 : HER 12 – Massif Armoricain; distribution des métriques l'IBGN par rang. Pour les HER-2 55 & 59. Jeu RefDIREN réduit (114 relevés).

Cette distribution, qui suit assez bien un schéma théorique avec un maximum de richesse pour les rangs intermédiaires, pose néanmoins deux problèmes :

- problème de la validité des références pour les petits cours d'eau : cette variation est-elle naturelle ?
- problème pratique : comment regrouper ces rangs pour une typologie opérationnelle ?

Les faibles valeurs des rangs 1 et 2 ne s'expliquent pas par une variation saisonnière, qui pourrait être liée à un effet hydrologique, ni par un effet de la pente qui décroît régulièrement des rangs 1 à 5. Les stations indiquées comme « références douteuses » ne diffèrent pas des autres sur l'ensemble des HER-2 (55 + 59). On pourrait suspecter un effet des activités agricoles, en particulier de l'élevage bovin dans cette région, mais rien ne nous permet de l'affirmer. La question est donc posée aux experts locaux, mais sauf indication contraire, nous gardons l'hypothèse d'une variation naturelle.

Se pose alors le problème de définir des conditions de référence qui tiennent compte de cette distribution, sachant que la typologie proposée *a priori* est basée sur un regroupement des rangs 1, 2 et 3 dans le bassin Loire Bretagne (et Seine Normandie ???). Si l'on fait une moyenne pour ces rangs, cela aboutira à sur-évaluer de deux points les références des rangs 1, et à sous-évaluer d'autant les références des rangs 3. Cette solution est peu satisfaisante.

Une autre option possible consiste à ne pas tenir compte des rangs 1 qui ne seront pas individualisés en tant que masses d'eau, et regrouper les rangs 2 & 3 et 4 & 5. Cette solution présente l'avantage de minimiser l'erreur sur les rangs 2 & 3, mais conduit néanmoins à gommer une différence significative de 2 points entre ces rangs dont les valeurs médianes sont respectivement à 16 et 18 sur l'IBGN ($p = 0,02$). Les distributions des valeurs sont alors les suivantes (*tableau 38*) :

HER 12 Massif Armoricain HER-2 55 & 59	Médianes			Q 25		
	GFI	Richesse	IBGN	GFI	Richesse	IBGN
Rang 2 & 3	8	33	17	8	29,25	16
Rang 4 & 5	8	35	17	8	31	16

Tableau 38 : HER 12 – Massif Armoricain HER-2 55 & 59; distribution des métriques l'IBGN pour les regroupements de rangs 2+3 et 4+5. Jeu RefDIREN réduit (114 relevés).

En définitive, les valeurs de référence et limite de bon état sont identiques pour ces classes de rang ; nous conserverons simplement leur distinction à titre informatif, car la variabilité interne de ces deux types est différente.

Concernant les régions 58 et 117, on observe des différences faiblement significatives entre les rangs pour le GFI ($p=0,05$) et la richesse ($p=0,07$), mais ces métriques varient de manière assez aléatoire et, malgré des notes plus faibles pour le rang 2, la variation de l'IBGN n'est pas du tout significative ($p=0,32$) (*tableau 39*). Nous considérerons donc la distribution des valeurs tous rangs confondus.

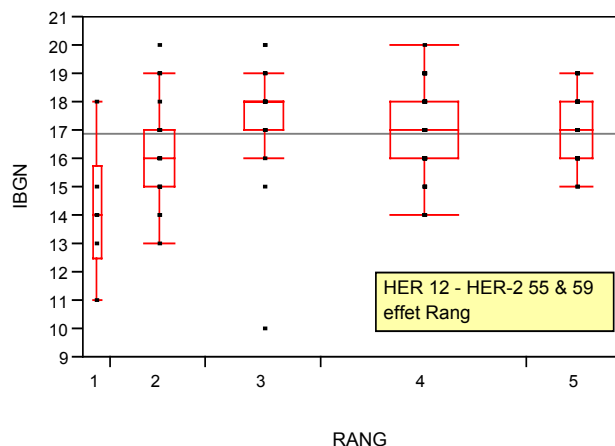


Figure 20 : HER 12 – Massif Armoricain; distribution de l'IBGN par rang pour les HER-2 55 & 59. Jeu RefDIREN réduit (114 relevés) ($p = 0,008$).

HER 12 Massif Armoricaïn HER-2 58 & 117	Médianes			Q 25		
	GFI	Richesse	IBGN	GFI	Richesse	IBGN
Rang 2	6	31	14	4	29	12
Rang 3	7	33,5	16,5	7	27,75	14
Rang 4	8	29	16	6,75	25	12,75
Rang 5	6,5	38,5	16,5	6	34	16
Rangs 2 à 5	7	32	16	6	27	14

Tableau 39 : HER 12 – Massif Armoricaïn, HER-2 58 & 117; distribution des métriques l'IBGN par rang ($p=0,32$ pour l'IBGN) et tous rangs confondus. Jeu RefDIREN réduit (33 relevés).

Comparaison avec les autres jeux de données

Les stations du jeu Cemagref correspondent aux rangs 2 & 3 de l'HER-2 59 ; le GFI (médian et Q25) est à 9, alors qu'il est de 8 dans le jeu RefDIREN correspondant (*tableauXX*). Cependant, cette différence n'est pas anormale car dans le jeu refDIREN la fréquence de la valeur 9 est supérieure à 40%. Mais la richesse un peu plus faible dans le jeu Cemagref abouti à un IBGN médian identique de 17 et un Q25 de 16,5. Ces valeurs sont donc très proches de celles du jeu RefDIREN pour le même type.

Le jeu SIG ne comporte une sélection stricte que sur les critères de rejets ; si l'on prend comme référence le Q75 de la distribution, les valeurs pour l'ensemble du massif Armoricaïn (GFI = 8, richesse = 32,5, IBGN = 16) sont très proches de celles du jeu RefDIREN. Les résultats obtenus à partir de ces deux jeux de données sont donc très cohérents entre eux.

Limites de classes

Valeurs de Référence

HER 12 Massif Armoricaïn	GFI de référence	Nb. Taxons médiane	IBGN observé médiane	classe de variété référence	IBGN de référence (calculé)
HER-2 55, 59, (+118) Rangs 2 & 3	8 (8 à 9)	33 (31 à 34)	17 (16 à 18)	10	17
HER-2 55, 59, (+118) Rang 4 & 5	8	35	17	10	17
HER-2 58 +117	7 (6 à 8)	32 (29 à 38)	16 (14 à 16,5)	10	16

Limite Très Bon Etat

HER 12 Massif Armoricaïn	GFI Q25	Nb. Taxons Q25	IBGN Observé Q25	GFI limite TBE	classe de variété limite TBE	IBGN limite TBE (calculé)	EQR limite TBE
HER-2 55, 59, (+118) Rangs 2 & 3	8 (7 à 9)	29 (27 à 31)	16 (15 à 17)	8	9	16	0,94
HER-2 55, 59, (+118) Rang 4 & 5	8	31	16	8	9	16	0,94
HER-2 58 +117	6 (4 à 7)	27 (25 à 34)	14 (13 à 16)	7	8	14	0,87

Limite Bon Etat

HER 12 Massif Armoricain	GFI limite BE	Nb. Taxons limite BE	classe variété limite BE	IBGN limite BE (calculé)	EQR limite BE
HER-2 55, 59, (+118) Rangs 2 & 3	7	22 à 24	7	13	0,75
HER-2 55, 59, (+118) Rang 4 & 5	7	24	7	13	0,75
HER-2 58 +117	6	19 à 25	7	12	0,73

Marge d'erreur : les valeurs sont en général cohérentes en les trois jeux de données ; toutefois nous avons signalé pour le premier type (HER-2 55, 59, et 118, Rangs 2 & 3) une différence significative entre les rangs 2 et 3. Le GFI de référence pour ce type est assez fréquemment de 9, mais la valeur de référence IBGN= 17 semble un compromis acceptable. Des sites de référence devront être recherchés dans l'HER-2 118.

HER 13 : Landes

Le jeu RefDIREN comporte 46 relevés sur 7 stations provenant toutes de la DIREN Aquitaine. La sélection stricte sous SIG comporte 30 relevés sur 4 stations. Il n'y a pas de données du Cemagref ni du LEH Toulouse (*tableau XX annexe X*).

Analyse critique des données

Certaines stations présentent ponctuellement des valeurs assez basses, mais qui sont dues à une baisse de richesse sans variation du GFI. Une seule station (5192200, VIGNAC, pont de la d652 à Lit-et-Mixe) présente en 1993 une note très faible avec une baisse du GFI laissant suspecter une pollution temporaire (IBGN = 9, GFI = 4). Le relevé correspondant est exclu de l'analyse. Le jeu RefDIREN réduit comporte donc 45 relevés sur 7 stations couvrant les rangs 1 à 4.

Effets des différents facteurs

Aucune HER-2 n'est définie dans les Landes.

Un effet du rang peut être détecté mais il n'est que d'une seule station de rang 3 (5192100, ESCOURCE, lieu-dit Tuc de Hong à St-Paul-en-Born) qui présente des valeurs de GFI plus élevées (GFI = 9). Cet effet douteux et peu interprétable sur un jeu de données très réduit ne sera pas pris en compte. Nous utiliserons des valeurs moyennes sur toute l'HER.

La distribution des valeurs est la suivante (*tableau 40*) :

HER 13 Landes	Médianes			Q 25		
	GFI	Richesse	IBGN	GFI	Richesse	IBGN
Valeurs globales	7	31	16	7	28	15

Tableau 40 : HER 13 – Landes, distribution des valeurs de l'IBGN ; jeu RefDIREN réduit (7 stations, 45 relevés).

Comparaison avec les autres jeux de données

Sur le jeu SIG strict, en enlevant 2 relevés douteux, le GFI médian est à 8, mais les valeurs médianes de richesse et d'IBGN sont équivalentes à celles du jeu RefDIREN.

Discussion : valeur de référence

La composition faunistique est très variable dans cette région de plaine. La distribution des GFI dans les relevés du jeu RefDIREN couvre la gamme 6 à 9 ; si la médiane est à 7, la fréquence du GFI 7 est à peine supérieure à celle des groupes 8 et 9. La richesse est aussi très variable ; si la valeur 31 constitue le mode et la médiane de la distribution, les valeurs mini et maxi varient de 20 à 43 taxons.

Par ailleurs, la combinaison des valeurs médianes du GFI (7) et de la classe de variété 9 (correspondant à 31 taxons) donne un IBGN de 15, inférieur à la médiane observée (16).

Il semble donc que dans cette région il y ait une variation inverse des métriques GFI et richesse qui se compensent l'une l'autre, mais la stricte combinaison des valeurs médianes de ces deux métriques aboutit à sous estimer l'IBGN effectivement observé.

Ces remarques rejoignent celles qui ont été faites à propos d'une autre HER de plaine, les Tables Calcaires. De faibles variations locales peuvent entraîner de fortes variations du GFI, qui n'est pas indépendant des conditions locales d'habitat.

Pour aboutir à la note IBGN 16, les combinaisons les plus probables dans cette HER sont soit GFI=8 et classe de variété = 9, soit GFI = 7 et classe de variété = 10. Il ne faut donc pas accorder trop d'importance aux valeurs des métriques, et se baser plutôt sur l'IBGN résultant pour le diagnostic. La valeur IBGN = 16 apparaît cohérente comme référence.

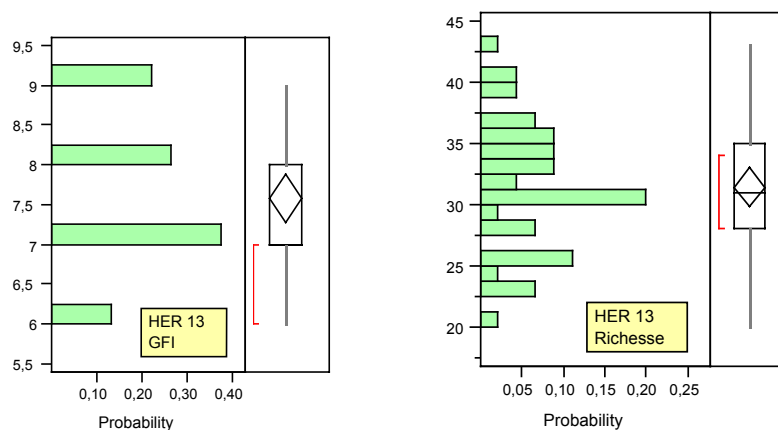


Figure 21 : HER 13 – Landes, distribution des valeurs du GFI et de la richesse ; jeu RefDIREN réduit (45 relevés).

Limites de classes

Valeurs de Référence

HER 13 Landes	GFI de référence	Nb. Taxons médiane	IBGN observé médiane	classe de variété référence	IBGN de référence (calculé)
Valeurs globales	8 ou 7	31	16	9 ou 10	16

Limite Très Bon Etat

HER 13 Landes	GFI Q25	Nb. Taxons Q25	IBGN Observé Q25	GFI limite TBE	classe de variété limite TBE	IBGN limite TBE (calculé)	EQR limite TBE
Valeurs globales	7	28	15	7	9	15	0,93

Limite Bon Etat

HER 13 Landes	GFI limite BE	Nb. Taxons limite BE	classe variété limite BE	IBGN limite BE (calculé)	EQR limite BE
Valeurs globales	6	21	7	12	0,73

Marge d'erreur : difficile à évaluer sur les métriques, très variables prises indépendamment, mais les valeurs de l'IBGN sont assez fiables.

HER 14 : Coteaux aquitains

Le jeu RefDIREN comporte 15 relevés sur 4 stations provenant des DIREN Aquitaine (1 station, 11 relevés) et Midi Pyrénées (3 stations, 4 relevés). La sélection stricte sous SIG ne comprend aucun relevé du fait de l'occupation du sol, et une sélection stricte sur les rejets uniquement aboutit à des valeurs incohérentes, nettement plus faibles que celles de la sélection SIG « large » sur les rejets et l'occupation du sol. Une station du LEH Toulouse avec un seul relevé vient compléter ce jeu de données particulièrement faible, compte tenu de la superficie de la région (*tableau XX annexe X*).

Analyse critique des données

La seule station de référence sélectionnée par la DIREN Aquitaine est située sur le GAVE DE PAU (5215100, pont d'Assat, rang 5), qui provient des Pyrénées. Cette station, située à une vingtaine de kilomètres de la limite de l'HER 14, est probablement bien représentative des grandes rivières exogènes en provenance des Pyrénées, mais pas des cours d'eaux endogènes des Coteaux Aquitains.

La DIREN Midi Pyrénées a été identifiée comme fournissant des valeurs basses, cet effet étant confirmé sur les différentes HER étudiées. Parmi les trois stations de référence sélectionnées par cette DIREN, deux stations de rang 2 sont endogènes des Coteaux Aquitains (5111000, PETITE BAISE, Galan ; et 5116100, SEOUNE, Brassac). La troisième station, de rang 4, (5133000, DADOU, Réalmont) est située à une dizaine de kilomètre de la limite de région sur une rivière exogène, provenant du Massif Central. Le seul relevé du LEH correspond aussi à cette même station.

Vu le petit nombre de données, il est intéressant de considérer les résultats de la sélection SIG large qui retient 4 stations. Une manifestation perturbée (GFI 2 à 4) est écartée. Les trois autres sont 6175900, SALS, Couiza, Languedoc Roussillon, rang 4 ; 5032800, LIZONNE, Le Marchais, Aquitaine, rang 3 ; 5198750, NIVE Pont de la ? , Aquitaine, rang 5.

La Sals provient entièrement de la région méditerranée (HER 6) ; la Nive comme le Gave de Pau est exogène en provenance des Pyrénées (HER 1) ; la Lizonne a une partie importante de son bassin dans les Causses Aquitains (HER 11), mais cette situation n'est pas retenue comme un type exogène. En première approximation, ces stations pourraient (sauf indication contraire des experts locaux) correspondre à des situations « limite de très bon état ».

Discussion : valeurs probables

Avec un jeu de données aussi faible et disparate, il est impossible de faire une analyse statistique. Les valeurs observées sont résumées dans le tableau suivant (*tableau 41*) :

HER 14 Coteaux Aquitains				Médianes			Q 25		
Station	Type	Origine	N rel.	GFI	Richesse	IBGN	GFI	Rich.	IBGN
5111000 - Petite Baise	R2 endo.	Ref Midi Pyr	2	6 - 7	26 - 22	13			
5116100 - Séoune,	R2 endo.	Ref Midi Pyr	1	6	14	10			
5032800 - Lizonne	R3 endo	SIG large	5	6	33	15			
5133000 - Dadou	R4 exo 3	Ref Midi Pyr	1	9	27	16			
5133000 - Dadou	R4 exo 3	LEH	1	9	23	15			
6175900 - Sals	R4 exo 6	SIG large	2	8	35	17			
5215100 - Gave de Pau	R5 exo 1	Ref Aquitaine	11	7	27	15	7	23	14
5198750 - Nive	R5 exo 1	SIG large	11	7	25	14	7	24	14

Tableau 41 : HER 14 – Coteaux Aquitains ; synthèse par station des données existantes.

Nous donnons ci-après les valeurs qui nous paraissent les plus probables à l'examen de ces données, compte tenu des différents facteurs d'incertitude ; il s'agit plus dans le cas présent d'un « avis d'expert » que d'une analyse des données.

Pour cette HER, plus qu'un effet HER-2, c'est une différence entre les types endogènes et exogènes qui doit être recherchée. Parmi ceux-ci, les deux principaux types concernent les grandes rivières (rangs 4 & 5) provenant soit des Pyrénées (exo 1), soit du Massif Central (exo 3).

Limites de classes

Les valeurs ci-dessous sont valables pour les DIREN à notation « haute », Midi Pyrénées exclue.

Valeurs de Référence

HER 14 Coteaux Aquitains	GFI de référence	Nb. Taxons médiane	IBGN observé médiane	classe de variété référence	IBGN de référence (calculé)
Endogènes	7	-	-	10	16
Exogènes HER 1- Rg 4 & 5	7	27	15	8	15
Exogènes HER 3 et 6 Rg 4 & 5	8	-	-	10	17

Limite Très Bon Etat

HER 14 Coteaux Aquitains	GFI Q25	Nb. Taxons Q25	IBGN Observé Q25	GFI limite TBE	classe de variété limite TBE	IBGN limite TBE (calculé)	EQR limite TBE
Endogènes	6	33	15	6 ou 7	10 ou 9	15	0,93
Exogènes HER 1- Rg 4 & 5	7	23 à 25	14	7	8	14	0,93
Exogènes HER 3 et 6 Rg 4 & 5	-	-	-	8	9	16	0,94

Limite Bon Etat

HER 14 Coteaux Aquitains	GFI limite BE	Nb. Taxons limite BE	classe variété limite BE	IBGN limite BE (calculé)	EQR limite BE
Endogènes	6	22	7	12	0,73
Exogènes HER 1- Rg 4 & 5	6	17 à 19	6	11	0,71
Exogènes HER 3 et 6 Rg 4 & 5	7	-	7	13	0,75

Correctif à apporter pour la DIREN Midi Pyrénées

Les valeurs médiane de l'IBGN en Midi Pyrénées sont en général inférieures de 3 points à celles des DIREN environnantes. Pour les types exogènes, nous avons également tenu compte des valeurs proposées pour le Massif Central. Nous retiendrons une correction de 2 à 3 points sur la valeur de référence.

Correctif DIREN Midi Pyrénées

HER 14 Coteaux Aquitains	référence	IBGN limite TBE	EQR limite TBE	IBGN limite BE	EQR limite BE
Endogènes	13	12	0,92	10	0,75
Exogènes HER 1- Rg 4 & 5	13	12	0,92	10	0,75
Exogènes HER 3 et 6 Rg 4 & 5	15	14	0,93	11	0,71

Marge d'erreur : toutes les sources possibles d'incertitude se cumulent pour cette HER : typologie complexe, effet DIREN marqué, jeux de données faibles et disparates. Il est impossible d'évaluer une marge d'erreur.

Les valeurs proposées ici sont une évaluation à dire d'expert, qui devra absolument être validée ou corrigée à partir de nouveaux sites de référence.

HER 15 : Plaine de Saône

Il n'y a aucun site de référence pour cette région, ni par sélection des DIREN, ni par sélection stricte sous SIG, et aucune données indépendante.

La sélection large sous SIG aboutit à des valeurs incohérentes, extrêmement faibles.

Cette HER semble particulièrement impactée. Une étude spécifique visant à reconstituer des valeurs de référence sera nécessaire.

Dans cette HER de plaine, la plupart des cours d'eau sont exogènes, en provenance du Jura (HER 5), des Côtes Calcaires Est (HER 10), des Vosges (HER 4) ou du Massif Central Nord (HER 21).

A titre provisoire, pour l'état des lieux, on pourra prendre les valeurs de ces HER comme référence pour les cours d'eaux exogènes.

Pour les cours d'eaux endogènes, les pentes très faibles et les substrats argilo-limoneux laissent supposer de valeurs de référence assez basses, comparables à celles des Coteaux Aquitains (HER 14) ou des tables Calcaires (HER 9).

Les valeurs proposées à titre provisoire sont donc les suivantes :

Limites de classes provisoires

Valeurs de Référence

HER 15 Plaine de Saône	IBGN de référence (provisoire)	IBGN limite TBE (provisoire)	EQR limite TBE	IBGN limite BE (provisoire)	EQR limite BE
Endogènes	16	15	0,88	12	0,69
Exogènes Jura	16	15	0,93	12	0,73
Exogènes Vosges	17	15	0,88	12	0,69
Exogènes Cotes Calcaires	17	16	0,94	13	0,75
Exogènes Massif Central	18	17	0,94	14	0,76

Marges d'erreur : il s'agit d'avis d'expert servant d'hypothèses de travail. Des sites de référence sont à rechercher en priorité dans cette région.

HER 16 : Corse

Le jeu RefDIREN comporte 65 relevés sur 22 stations provenant toutes de la DIREN Corse. La sélection stricte sous SIG comporte 57 relevés sur 18 stations. Il n'y a pas de données indépendantes. (*tableau XX annexe X*).

Analyse critique des données

Aucun effet DIREN n'est à rechercher. Certaines stations présentent ponctuellement des valeurs légèrement plus faibles, mais qui sont dues à une baisse de richesse sans variation du GFI et peuvent correspondre à des effets hydrologiques naturels.

Les valeurs de richesse s'échelonnent entre 30 et 40 taxons, et les valeurs 17 et 18 sont les plus fréquentes pour l'IBGN. Le GFI médian est systématiquement de 8.

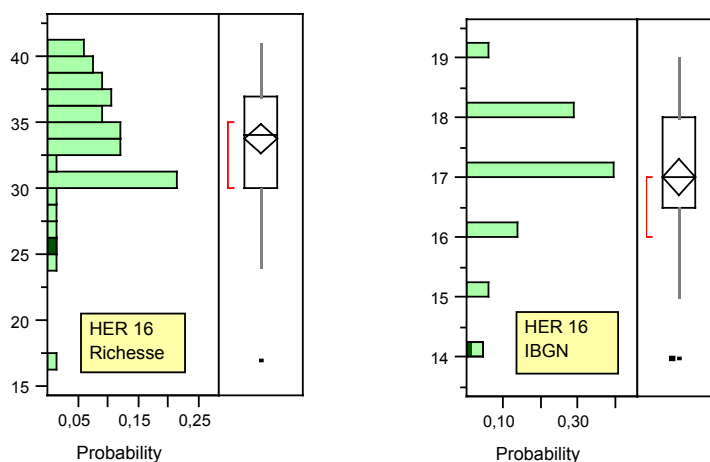


Figure 22 : HER 16 – Corse, distribution des valeurs de la richesse et de l'IBGN ; jeu RefDIREN (65 relevés, 22 stations).

Effets des différents facteurs

Effet HER-2

La plaine d'Aléria (HER-2 88) se distingue nettement du reste de la Corse (HER-2 22) par les conditions géomorphologiques. 2 stations avec 4 relevés chacune correspondent à cette région. La richesse taxonomique est significativement plus élevée ($p=0,01$), mais le GFI est généralement plus faible ; l'IBGN y est légèrement supérieur (médiane : 17,5).

Effet Rang

Toutes les stations sont de rang 3 et 4 ; il n'y a pas de différence sur les valeurs médianes, mais les Q25 de la richesse et de l'IBGN sont légèrement inférieures pour les rangs 3.

Effet Altitude

Un effet de l'altitude a été recherché dans la Corse montagnaise (HER-2 22). Jusqu'à 600m, aucun effet n'est visible ; une seule station située à 950 m présente des valeurs plus faibles (GFI = 9 et IBGN = 14). Toutefois, l'expert de la DIREN signale des variations parfois importantes de l'IBGN dans les stations d'altitude (au dessus de 800 m), liées au couvert végétal ou à la nature géologique du substrat. Des « exceptions typologiques » liées à un substrat rhyolitique sont également signalées.

Ces particularités pourront être prises en compte dans une amélioration ultérieure. Dans l'immédiat, le classement de ces situations pourra faire l'objet d'un avis d'expert local, basé sur la connaissance du terrain et l'absence de perturbations anthropiques.

Les valeurs correspondantes sont rassemblées dans le tableau suivant (*tableau 42*).

HER 16 Corse Jeu refDIREN	Médianes			Q 25		
	GFI	Richesse	IBGN	GFI	Richesse	IBGN
Valeurs globales	8	34	17	8	30	16,5
HER-2 22 (montagnes)	8	33	17	8	30	16
HER-2 88 (plaine d'Aléria)	8	37,5	17,5	7,25	35,5	17
Rang 3	8	34	17	8	30	16
Rang 4	8	34	17	8	32,5	17

Tableau 42 : HER 16 – Corse ; distribution des valeurs de l'IBGN pour l'ensemble de la Corse, par HER-2 et par rang ; jeu RefDIREN (65 relevés, 22 stations).

Comparaison avec d'autres jeux de données

Les valeurs médianes du jeu SIG strict sont pratiquement équivalentes à celles du jeu RefDIREN (tableau 43). Sur cette région globalement peu impactée, et avec très rivières très dynamiques, les altérations hydromorphologiques ne semblent pas prédominantes.

HER 16 Corse Jeu SIG strict	Médianes		
	GFI	Richesse	IBGN
Valeurs globales	8	33	17
HER-2 22 (montagnes)	8	33	17
HER-2 88 (plaine d'Aléria)	7,5	38,5	17,5
Rang 5	8	37	18

Tableau 43 : HER 16 – Corse ; distribution des valeurs de l'IBGN pour l'ensemble de la Corse, par HER-2 et par rang ; jeu SIG strict (57 relevés, 18 stations).

Ce jeu comprend deux stations de rang 5 sur la basse vallée du Golo (Corse montagneuse, HER-2 22) (6213700, Valle di Rostino et 6213800, Volpajola) dont les valeurs correspondent à celles de la plaine d'Aléria (HER-2 88).

Discussion

Les données sur cette région sont nombreuses, fiables et cohérentes. Le GFI de référence et limite de bon état est très généralement à 8, parfois 9 en montagne. La seule exception, dans la plaine d'Aléria globalement plus impactée, est douteuse et selon l'avis de la DIREN la disparition du GFI 8 correspond à une dégradation du milieu.

La typologie la plus logique au vu de ces données consiste à séparer dans un premier temps la plaine d'Aléria (HER-2 88) et le cours inférieur des plus grandes rivières, dans des vallées alluviales élargies, correspondant généralement au rang 5 (comme le Golo) Ces milieux ont des richesses et un IBGN plus élevés.

Un problème se pose pour les rangs 4, pour lesquels la statistique est fiable car ils constituent la majorité du jeu de données (42 relevés sur 12 stations). Pour ces stations, les valeurs de l'IBGN pour la référence (médiane) et la limite du bon état (Q25) correspondent à la même valeur de 17, ce qui aboutirait à un EQR de 1 pour la limite du Très bon état. Néanmoins, la combinaison des Q25 des deux métriques GFI et richesse donne un IBGN de 16 (EQR = 0,94). C'est cette valeur que nous retiendrons.

Pour le reste de la Corse, les données dont nous disposons sont bien représentatives pour les altitudes moyennes (environ jusqu'à 700 m). Il est possible que les stations d'altitude plus élevées présentent des valeurs plus faibles, mais en l'absence de données bancarisées il est impossible de réaliser une distribution statistique des valeurs. Cette typologie pourra être affinée ultérieurement, et dans l'immédiat les experts locaux peuvent réaliser les ajustements nécessaires.

Limites de classes**Valeurs de Référence**

HER 16 Corse	GFI de référence	Nb. Taxons médiane	IBGN observé médiane	classe de variété référence	IBGN de référence (calculé)
HER-2 22 Rangs 1 à 4	8	33 à 34	17	10	17
HER-2 88 et Rangs 5	8	37 à 38,5	17,5 à 18	11	18

Limite Très Bon Etat

HER 16 Corse	GFI Q25	Nb. Taxons Q25	IBGN Observé Q25	GFI limite TBE	classe de variété limite TBE	IBGN limite TBE (calculé)	EQR limite TBE
HER-2 22 Rangs 1 à 4	8	30 à 32,5	16 à 17	8	9	16	0,94
HER-2 88 et Vallées Rang 5	8	35,5	17	8	10	17	0,94

Limite Bon Etat

HER 16 Corse	GFI limite BE	Nb. Taxons limite BE	classe variété limite BE	IBGN limite BE (calculé)	EQR limite BE
HER-2 22 Rangs 1 à 4	7	23 à 24	7	13	0,75
HER-2 88 et Vallées Rang 5	7	27	8	14	0,76

Marge d'erreur : valeurs fiables, néanmoins il subsiste un doute pour les cours d'eau de rang 4, pour lesquels les limites TBE et BE pourraient être relevées d'un point si on se base sur les valeurs de l'IBGN au lieu de la combinaison des deux métriques, avec l'inconvénient dans ce cas d'un EQR = 1 pour la limite TBE.

HER 17 : Dépressions sédimentaires

Il n'y a aucun site de référence pour cette région, ni par sélection des DIREN, ni par sélection stricte sous SIG, et aucune données indépendante du Cemagref. La sélection large sous SIG ne retient qu'une seule station (4016500, ARCONCE, Montceaux les Mines, DIREN Bourgogne) avec 5 relevés.

Cette HER semble particulièrement impactée. Une étude spécifique visant à reconstituer des valeurs de référence sera nécessaire.

Discussion : quelles références adopter ?

De nombreux cours d'eau sont exogènes, en provenance du Massif Central Nord (HER 21) pour les petits ou moyens, ou de l'ensemble du Massif Central pour les axes principaux (Loire, Allier). A titre provisoire, pour l'état des lieux, on pourra prendre les valeurs de l'HER 21 comme base de comparaison pour les petits et moyens cours d'eaux exogènes.

Pour les cours d'eaux endogènes, les pentes sont très faibles, mais les sédiments sablo-graveleux hérités du Massif Central devraient conduire à des substrats relativement biogènes. Par ailleurs, les conditions climatiques, avec des températures estivales assez élevées se rapprochent de celles des Coteaux Aquitains (HER 14) ou du sud du Massif Armoricaire (HER-2 58). Mais les valeurs de référence pour les cours d'eaux endogènes de l'HER 14 sont sujettes à caution, alors que celles du Massif Armoricaire sont plus fiables. En l'attente de meilleures données, nous prendrons donc à titre de comparaison la partie sud du Massif Armoricaire.

Données observées

Les valeurs observées sur cette station sont les suivantes ; le Q75 pourrait correspondre à la limite du très bon état pour les cours d'eau exogènes :

HER 17 - Dépressions sédimentaires				Médianes			Q 75		
Station	Type	Origine	N rel.	GFI	Richesse	IBGN	GFI	Rich.	IBGN
4016500, ARCONCE	R5 exo 21	Bourgogne	5	8	30	16	8	34	16,5

Tableau 44 : HER 17 – Dépressions sédimentaires; valeurs pour la station sélectionnée dans le jeu SIG « large ».

Limites de classes provisoires

Les valeurs proposées à titre provisoire sont donc les suivantes :

Valeurs de Référence

HER 15 Plaine de Saône	IBGN de référence (provisoire)	IBGN limite TBE (provisoire)	EQR limite TBE	IBGN limite BE (provisoire)	EQR limite BE
Endogènes	17	16	0,94	13	0,75
Exogènes Massif Central	18	17	0,94	14	0,76

Marges d'erreur : il s'agit d'avis d'expert servant d'hypothèses de travail. Des sites de référence sont à rechercher en priorité dans cette région.

HER 18 : Alsace

Le jeu RefDIREN comporte 12 relevés pour 6 stations. Il n'y a pas de sites de référence dans le jeu SIG strict; mais quelques unes avec une sélection "large". Il n'y a pas de données Cemagref.

Analyse critique des données

Toutes les stations du jeu RefDIREN sont considérées comme "peu perturbées" par la DIREN, mais non strictement de référence. Dans la plupart des cas, la perturbation est probablement physique (chenalisation). Deux stations sont situées dans les collines d'Alsace (HER-2 61), trois dans la plaine (HER-2 62) et une dans le Sundgau (HER-2 73). Cette dernière station, avec des valeurs particulièrement faibles, est éliminée du jeu de données. Dans le jeu SIG large les valeurs sont particulièrement basses, et la station sélectionnée est considérée comme perturbée.

Nous utiliserons donc le jeu RefDIREN réduit (10 relevés sur 5 stations), mais en considérant les valeurs du Q75 et de la médiane respectivement comme référence et limite de Très bon état, pour tenir compte du caractère « douteux » des sites de référence.

La distribution des valeurs est la suivante (tableau 45) :

HER 18 Alsace	Q 75			Médianes		
	GFI	Richesse	IBGN	GFI	Richesse	IBGN
Valeurs globales	8	34,25	16	7	31	15

Tableau 45 : HER 18 – Alsace; distribution des valeurs de l'IBGN dans le jeu RefDIREN réduit (10 relevés, 5 stations). (Les valeurs du Q75 et de la médiane sont utilisées pour tenir compte du caractère douteux des stations de référence).

La combinaison des valeurs du Q75 des métriques GFI et Richesse donne un IBGN de 17. C'est cette valeur que nous retiendrons comme référence.

Limites de classes

Valeurs de Référence

HER 18 Alsace	GFI de référence	Nb. Taxons Q 75	IBGN observé Q 75	classe de variété référence	IBGN de référence (calculé)
Valeurs générales	8	34	16	10	17

Limite Très Bon Etat

HER 18 Alsace	GFI Médiane	Nb. Taxons Médiane	IBGN Observé Médiane	GFI limite TBE	classe de variété limite TBE	IBGN limite TBE (calculé)	EQR limite TBE
Valeurs générales	7	31	15	7	9	15	0,88

Limite Bon Etat

HER 18 Alsace	GFI limite BE	Nb. Taxons limite BE	classe variété limite BE	IBGN limite BE (calculé)	EQR limite BE
Valeurs générales	6	23	7	12	0,69

Marge d'erreur : Valeurs peu fiables, les limites de classes pourraient être relevées d'un point.

HER 19 : Grands Causses

Il n'y a pas de sites de référence dans le jeu RefDIREN, ni de données Cemagref. La sélection stricte sous SIG sélectionne une station (5103000, Lot, Chadenet, DIREN Languedoc, rang 4).

Discussion : quelles références adopter ?

Il y a très peu de cours d'eau endogènes pour cette région karstique. Les axes principaux comme le Lot et le Tarn proviennent des Cévennes (HER 8), mais sont aussi influencés par les apports en eaux calcaires des causses. La station du Lot à Chadenet, située à l'entrée des Grands Causses, est encore peu influencée par cette région. Néanmoins elle peut être assez représentative des axes principaux. La distribution des valeurs sur cette station est la suivante (tableau 46) :

HER 19 Grands Causses Jeu SIG strict	Q 75			Médianes		
	GFI	Richesse	IBGN	GFI	Richesse	IBGN
5103000, Lot, rang 4	9	37	18,25	9	34	17,5

Tableau 46 : HER 19 – Grands Causses; distribution des valeurs de l'IBGN pour la station sélectionnée dans le jeu SIG strict (10 relevés). (Les valeurs du Q75 et de la médiane sont utilisées pour tenir compte du mode de sélection).

Ces valeurs sont cohérentes avec celles qui ont été retenues comme référence pour les Cévennes (HER 8). Nous nous baserons donc, pour les axes principaux qui traversent les Grands Causses, sur les limites de classes proposées pour les Cévennes

En revanche, nous ne disposons d'aucune donnée sur les petits cours d'eaux alimentés par le karst à la périphérie des Grands Causses. Les régions qui pourraient servir de comparaison pour ces cours d'eaux endogènes sont les massifs calcaires des préAlpes du Sud (HER 7) et également le Vercors. Nous avons vu que les données des jeux RefDIREN et Cemagref sont cohérentes pour cette région. Nous nous baserons donc, pour les cours d'eaux endogènes des Grands Causses, sur les limites de classes proposées pour les PréAlpes du Sud.

Limites de classes proposées

Valeurs de Référence

HER 19 Grands Causses	GFI de référence	Nb. Taxons médiane – Q75	IBGN observé médiane – Q75	classe de variété référence	IBGN de référence (calculé)
Exogènes HER 8	9	34 à 37	17,5 à 18	10	18
Endogènes	9	-	-	7	15

Limite Très Bon Etat

HER 19 Grands Causses	GFI Q25	Nb. Taxons Q25	IBGN Observé Q25	GFI limite TBE	classe de variété limite TBE	IBGN limite TBE (calculé)	EQR limite TBE
Exogènes HER 8	(8)	(30)	(17)	8	9	16*	0,88
Endogènes	-	-	-	9	6	14	0,93

* cohérent avec la valeur proposée pour les Cévennes

Limite Bon Etat

HER 19 Grands Causses	GFI limite BE	Nb. Taxons limite BE	classe variété limite BE	IBGN limite BE (calculé)	EQR limite BE
Exogènes HER 8	7	23	7	13*	0,71
Endogènes	7	-	5	11	0,71

* cohérent avec la valeur proposée pour les Cévennes

Marge d'erreur : ces valeurs sont estimées et non basées sur des observations de sites de référence de cette région. Les valeurs pour les cours d'eaux exogènes sont assez fiables, vu l'origine des rivières.

Celles proposées pour les cours d'eaux endogènes sont basées sur l'hypothèse d'une ressemblance entre les Grands Causses et les zones calcaires des Préalpes du Sud. Mais des facteurs difficiles à appréhender comme le transport solide peuvent intervenir différemment dans les deux régions. Cette hypothèse devra donc être validée sur des sites de référence.

HER 20 : Dépôts argilo-sableux

Le jeu RefDIREN comporte 13 relevés sur 3 stations provenant des DIREN Centre (2 stations, 6 relevés) et Poitou Charentes (1 stations, 7 relevés). Cette dernière station est également sélectionnée avec une sélection SIG stricte sur les rejets uniquement. Le jeu Cemagref comprend 3 relevés sur 2 stations (*tableau XX annexe X*).

Analyse critique des données

Le jeu de données est très réduit. Un effet DIREN peut être suspecté, la DIREN Poitou Charentes ayant été identifiée comme fournissant des valeurs « basses ». Mais cet effet n'est pas confirmé ici, les médianes pour les deux DIREN étant identiques.

La station de Poitou Charentes (5024200, CHARENTE, Alloue, rang 3) présente une évolution temporelle très suspecte : la note IBGN diminue très régulièrement de 19 en 1997 à 14 en 2001 ! Un problème non identifié est très probable.

Les deux autres stations de le DIREN Centre (4068700, PTE SAULD, Souesmes, rang 5, et 4068930, RERE, Theillay, rang 4) sont situées en Sologne (HER-2 28). Le première (Petite Sauld) est nettement exogène, avec 90% de son bassin dans les Tables Calcaires (HER 9). La seconde (Rère) a également 40% de son bassin dans les Tables Calcaires.

Discussion : quelles stations de référence ?

La particularité de l'HER 20 provient de la géologie. Les dépôts argilo-sableux recouvrant les tables calcaires sous-jacentes induisent une différence notable dans la physico-chimie de l'eau, nettement moins minéralisée et carbonatée sur un substrat d'origine siliceuse. De ce fait, cette HER n'est pertinente que pour différencier les cours d'eaux nettement endogènes, car une alimentation significative en provenance du calcaire suffit à changer sensiblement les caractéristiques physico-chimiques.

De fait, les deux stations de Sologne ressemblent plus à celles des Tables Calcaires, avec un GFI à 7 et des IBGN compris entre 14 et 17.

En revanche, la station sur la Charente située dans l'HER-2 42 (épandages éluviaux du pourtour du Massif Central) provient du Massif Central pour 50% de son bassin ; Cette station n'est donc pas influencée par des apports calcaires. Le GFI est à 8 sur cette station, la baisse signalée de l'IBGN provenant d'une diminution de la richesse, qui était de 42 et 43 taxons en juin et septembre 1997 avec un IBGN de 19.

Les stations de référence les plus fiables pour cette HER sont donc celles du Cemagref, et les relevés de 1997 sur la Charente. Les valeurs correspondantes sont les suivantes (*tableau 47*) :

HER 20 Dépôts Argilo-Sableux	Valeurs observées		
	GFI	Richesse	IBGN
Données Cemagref	9 (7)	34 (31 à 42)	18 (17)
5024200, CHARENTE 1997	8	42 - 43	19

Tableau 47 : HER 20 – Dépôts Argilo-Sableux; valeurs observées pour le jeu Cemagref (3 relevés) et pour la Charente en 1997 (2 relevés).

Nous garderons donc comme référence la plus probable pour cette HER la valeur IBGN = 18, avec un GFI de 8 et la classe de variété 11 (37 à 40 taxons).

*Limites de classes proposées***Valeurs de Référence**

HER 20 Dépôts Argilo- Sableux	GFI de référence	Nb. Taxons observés	IBGN observé	classe de variété référence	IBGN de référence (calculé)
Endogènes uniquement	8	31 à 43	17 à 19	11	18

Limite Très Bon Etat

HER 20 Dépôts Argilo- Sableux	GFI Q25	Nb. Taxons Q25	IBGN Observé Q25	GFI limite TBE	classe de variété limite TBE	IBGN limite TBE (calculé)	EQR limite TBE
Endogènes uniquement	-	-	-	8	10	17	0,94

Limite Bon Etat

HER 20 Dépôts Argilo- Sableux	GFI limite BE	Nb. Taxons limite BE	classe variété limite BE	IBGN limite BE (calculé)	EQR limite BE
Endogènes uniquement	7	-	8	14	0,76

Marge d'erreur : la valeur de référence située entre celle du Massif Central et des Tables Calcaires, est assez cohérente. En l'absence de statistique fiable sur cette région, les limites de classes sont estimées plutôt que calculées, pour aboutir à des EQR proches de la moyenne nationale (0,92 et 0,72 respectivement).

HER 22 : Ardennes

Le jeu RefDIREN comporte 2 relevés sur 2 stations de rang 1 et 2 provenant de la DIREN Picardie. La sélection stricte sous SIG ne retient aucune station, et la sélection large aboutit à des notes très basses (GFI = 5). Il n'y a pas de données Cemagref. (*tableau XX annexe X*).

Données observées

Le jeu de données est minimum pour cette HER très petite. Les valeurs observées sont les suivantes (*tableau 48*).

HER 22 Ardennes	GFI	Richesse	IBGN
Rangs 1 et 2	9	35 et 38	18 et 19

Tableau 48 : HER 22 – Ardennes; valeurs observées, jeu refDIREN (2 stations, 2 relevés).

Avec un jeu de données aussi faible, une certaine comparaison s'impose avec d'autres HER. La région la plus proche des Ardennes par ses caractéristiques géomorphologiques et climatiques est le Massif Central Nord (HER 21). Or les deux observations ci-dessus rentrent parfaitement dans la gamme des valeurs observées pour l'HER 21. Nous prendrons donc pour les Ardennes les limites de classes des petits cours d'eaux du Massif Central.

Limites de classes

Valeurs de Référence

HER 22 Ardennes	GFI de référence	Nb. Taxons	IBGN observé	classe de variété référence	IBGN de référence (calculé)
Petits cours d'eaux	9	35 - 38	18 - 19	11	19

Limite Très Bon Etat

HER 22 Ardennes	GFI Q25	Nb. Taxons Q25	IBGN Observé Q25	GFI limite TBE	classe de variété limite TBE	IBGN limite TBE (calculé)	EQR limite TBE
Petits cours d'eaux	-	-	-	8	10	17	0,89

Limite Bon Etat

HER 22 Ardennes	GFI limite BE	Nb. Taxons limite BE	classe variété limite BE	IBGN limite BE (calculé)	EQR limite BE
Petits cours d'eaux	7	-	8	14	0,72

Marge d'erreur : le jeu de données est minimum, mais la comparaison avec le Massif Central semble assez justifiée. Ces valeurs semblent cohérentes pour les petits cours d'eau ; néanmoins, d'autres données de référence pourraient être recherchées en Wallonie, qui utilise également l'IBGN.

Références bibliographiques

Wasson, J.G., Chandesris, A., Pella, H., Blanc, L. (2002). Les hydro-écorégions de France métropolitaine. Approche régionale de la typologie des eaux courantes et éléments pour la définition des peuplements de référence d'invertébrés. Ministère de l'Ecologie et du Développement Durable, Cemagref Bely/LHQ. 190 p.

Wasson, J.G., Dumont, B. and Trocherie, F. (1981). Protocole de description des habitats aquatiques et de prélèvement des invertébrés benthiques dans les cours d'eau. Etude n°1. CEMAGREF Lyon DQEP. 32 p.

- Wasson *et al.*, 2002
- Wasson *et al.*, 1981
- Usseglio-Polatera & Beisel, 2002
- Garric *et al.*, 2002
- Cereghino *et al.*, 2001
- Cereghino *et al.*, 2001
- SIEE-Cemagref, 2002
- Wasson *et al.*, 2002
- Vannote *et al.*, 1980
- Petersen
- Verneaux
- Mouthon, 1981
- Doledec 1992 ? Usseglio 2002 ?
Boët & Belliard, 1997

Données IBGN rassemblées lors d'études antérieures, notamment :

- o par l'Université de Metz pour la réalisation du "Système Expert IBGN" (Usseglio-Polatera & Beisel, 2002),
- o par le **Cemagref** pour l'étude des relations entre toxiques et IBGN dans le bassin RMC (Garric *et al.*, 2002).
- o (*Par le LEH de Toulouse pour la constitution de la base de données du bassin Adour-Garonne*, (Cereghino *et al.*, 2001) – en cours d'incorporation).

D'autres données de peuplement d'invertébrés sont également utilisées :

❖ Données Invertébrés de la base de données propre au **Cemagref**, collectées à l'occasion de diverses études selon un protocole standardisé antérieur à l'IBGN (Wasson *et al.*, 1981).
(*Autres données Invertébrés, notamment provenant du LEH de Toulouse pour la constitution de la base de données du bassin Adour-Garonne*, (Cereghino *et al.*, 2001) – en cours d'incorporation).

En effet, certaines théories comme le « River Continuum Concept » (Vannote *et al.*, 1980) postulent que la diversité des peuplements d'invertébrés est maximale

Ce postulat est vérifié sur certaines données concernant la richesse spécifique des insectes aquatiques aux USA (REF à vérifier, Petersen) ou en France (Verneaux). Toutefois cette tendance pourrait être compensée dans les zones aval par l'accroissement de la diversité des communautés « non insectes », notamment les mollusques (Mouthon, 1981).

En revanche, les taxons qui interviennent dans les niveaux supérieurs du GFI sont plutôt liés à des conditions d'oxygénation et de charge organique (REF à AJOUTER Doledec 1992 ? Usseglio 2002 ?).

En réalité, vu le très fort effet « hydro-écorégion » observé dans les données, il est tout à fait possible que la variation naturelle longitudinale de l'IBGN s'effectue de manière très différente selon les HER, comme cela a été observé sur les peuplements de poissons du bassin de la Loire (REF Boët & Belliard, 1997).

Liste des figures

Figure 1 : Principe de fixation de la limite du bon état pour la métrique GFI	4
Figure 2 : Principe de fixation de la limite du bon état pour la Richesse taxinomique	5
Figure 3 : Principe de calcul de la limite du Bon Etat pour une métrique quantitative. Méthode appliquée au nombre de taxons de l'IBGN	6
Figure 4 : Représentation d'une boîte à moustaches et explication de ses caractéristiques remarquables	8
Figure 5 : Effet du rang sur l'IBGN sur l'ensemble du jeu de données « RefDIREN ».	10
Figure 6 : Distribution des métriques GFI, richesse et IBGN dans l'ensemble du Massif Central (HER 3 + 21) ; jeu de données RefDIREN réduit (266 relevés).	20
Figure 7 : Effet HER-2 sur la richesse dans les deux HER du Massif Central (HER 3 et 21) ; jeu de données RefDIREN réduit (54 et 212 relevés).	20
Figure 8 : Distribution des valeurs de la pente (%) en fonction du rang sur les stations du jeu RefDIREN réduit dans le Massif Central (HER 3 + 21)	21
Figure 9 : Histogrammes de distribution du GFI de l'IBGN pour l'HER 9 Tables Calcaires dans le jeu RefDIREN réduit (125 relevés sur 17 stations). Les DIREN Champagne Ardennes, Picardie et Poitou Charentes ainsi que des sites ou relevés douteux sont exclus de l'analyse.	34
Figure 10 : Effet HER-2 sur la richesse dans l'HER 9 Tables Calcaires ; jeu RefDIREN réduit (125 rel.) ($p = 0,026$)	35
Figure 11 : Effet du Rang sur l'IBGN dans l'HER 9 Tables Calcaires ; jeu RefDIREN réduit (125 rel.) ($p < 0,001$).	35
Figure 12 : HER 9 - Tables Calcaires - Effet du Rang sur l'IBGN dans les HER-2 36 et 38 (34 rel.) ($p = 0,001$)	36
Figure 13 : HER 9 - Tables Calcaires, stations de rang 3. Distribution des valeurs selon les HER-2 (60 rel, 8 st.) ($p = 0,03$).	37
Figure 14 :	39
Figure 15 : HER 10 - Côtes Calcaires Est, distribution des valeurs du GFI. Jeu RefDIREN réduit (36 st., 111 rel.).	42
Figure 16 : HER 10 - Côtes Calcaires Est, distribution des valeurs de richesse selon le rang ($p < 0,0001$). Jeu RefDIREN réduit (36 st., 111 rel.)	43
Figure 17 : HER 12 – Massif Armoricaïn; distribution de l'IBGN par HER-2 ($p < 0,0001$). Jeu RefDIREN réduit (147 relevés sur 56 stations)	47
Figure 17 : HER 12 – Massif Armoricaïn; distribution de l'IBGN par HER-2 ($p < 0,0001$). Jeu RefDIREN réduit (147 relevés sur 56 stations)	47
Figure 18 : HER 12 – Massif Armoricaïn; distribution de l'IBGN par rang ($p = 0,01$). Jeu RefDIREN réduit (147 relevés sur 56 stations)	48
Figure 19 : HER 12 – Massif Armoricaïn; distribution de l'IBGN par HER-2 ($p = 0,01$) pour les rangs 3 & 4. Jeu RefDIREN réduit (93 relevés)	49
Figure 20 : HER 12 – Massif Armoricaïn; distribution de l'IBGN par rang pour les HER-2 55 & 59. Jeu RefDIREN réduit (114 relevés) ($p = 0,008$)	50
Figure 21 : HER 13 – Landes, distribution des valeurs du GFI et de la richesse ; jeu RefDIREN réduit (45 relevés).	54
Figure 22 : HER 16 – Corse, distribution des valeurs de la richesse et de l'IBGN ; jeu RefDIREN (65 relevés, 22 stations)	67

Liste des tableaux

Tableau 1 : Fréquence d'apparition par HER des différents GFI dans les sites de référence du Cemagref (92 stations, 248 relevés).	5
Tableau 2 : Table de correspondance indiquant les Ratios de Qualité Ecologique (EQR) correspondant à toute valeur de l'IBGN entre 20 et 1 pour des valeurs de référence comprises entre 20 et 11.	7
Tableau 3 : Fréquence d'observation des valeurs de l'IBGN dans la base de données globale.	7
Tableau 4 : Distribution statistique (1 ^{er} quartile, médiane, 3 ^{ème} quartile) des valeurs des métriques de l'IBGN par HER-1. Jeu de données RefDIREN complet, 1188 relevés.	9
Tableau 5 : Distribution statistique (1 ^{er} quartile, médiane, 3 ^{ème} quartile) des valeurs des trois métriques de l'IBGN en fonction du rang du cours d'eau dans l'ensemble du jeu de données « RefDIREN » (1188 relevés).	9
Tableau 6 : Valeurs médianes d'IBGN par HER-1 pour chaque DIREN	11
Tableau 7 : Ecart moyen des valeurs de référence des métriques de l'IBGN entre les DIREN à notation « haute » et les DIREN à notation « basse ».	13
Tableau 8 : Synthèse des valeurs de référence et des hypothèses de limites de classes établies sur l'ensemble des hydro-écorégions.	14
Tableau 9 : HER-1 – Pyrénées. Valeurs médianes des métriques de l'IBGN par DIREN pour le jeu de données RefDIREN (22 relevés).	16
Tableau 20 : Gamme de valeurs observées sur une station de référence de l'Oriège, rang 2 (3 relevés) ; données LEH Toulouse	16
Tableau 11 : Valeurs médianes des métriques de l'IBGN par DIREN dans le Massif Central (HER 3 + 21) pour le jeu de données RefDIREN.	19
Tableau 12 : Valeurs des métriques de l'IBGN dans le Massif Central pour différents sous-ensembles du jeu de données RefDIREN réduit (266 relevés).	19
Tableau 13 : Variation en fonction du rang des métriques de l'IBGN dans le Massif Central (HER 3 + 21) dans le jeu de données RefDIREN réduit (266 relevés).	20
Tableau 14 : Variation en fonction du rang des métriques de l'IBGN dans le Massif Central (HER 3 + 21), HER-2 87 exclue ; jeu de données RefDIREN (69 relevés).	21
Tableau 15 : Valeurs des métriques de l'IBGN dans le Massif Central pour différents sous-ensembles du jeu de données SIG strict, DIREN Auvergne exclue, avec et sans l'HER-2 87 (173 et 30 relevés).	22
Tableau 16 : Valeurs des métriques de l'IBGN dans le Massif Central pour le jeu de données Cemagref (55 relevés).	22
Tableau 17 : Distribution des valeurs des métriques IBGN pour différents jeux de données de l'HER5.	26
Tableau 19 : Distribution des métriques de l'IBGN par HER-2 dans le jeu RefDIREN. Les différences ne sont pas statistiquement significatives (W-KW test, $p = 0,07$ sur l'IBGN).	32
Tableau 20 : Distribution des métriques de l'IBGN par HER-2 dans le jeu SIG strict. Les différences sont statistiquement significatives (W-KW test, $p = 0,03$).	32
Tableau 21 : Distribution des métriques de l'IBGN pour l'HER 9 Tables Calcaires dans le jeu RefDIREN réduit (125 relevés sur 17 stations). Les DIREN Champagne Ardennes, Picardie et Poitou Charentes ainsi que des sites ou relevés douteux sont exclus de l'analyse.	34
Tableau 22 : Distribution par Rang des métriques de l'IBGN dans l'HER 9 Tables Calcaires ; jeu RefDIREN réduit (125 rel.)	35
Tableau 23 : HER 9 - Tables Calcaires – Distribution des valeurs en fonction du Rang dans les HER-2 36 et 38 (34 rel.) ($p < 0,005$).	36
Tableau 24 : HER 9 - Tables Calcaires – Distribution des valeurs en fonction du Rang dans les HER-2 37, 54, 57 et 97 (91 rel.). Seule la variation du GFI est significative ($p = 0,001$).	36

Tableau 25 : HER 9 - Tables Calcaires, stations de rang 3. Distribution des valeurs selon les HER-2 (60 rel, 8 stations) ($p = 0,03$).	37
Tableau 26 : HER 9 - Tables Calcaires, Distribution des valeurs du jeu de données Cemagref (20 rel, 10 stations).	37
Tableau 27 : HER 9 - Tables Calcaires, HER-2 57 – Distribution des valeurs en fonction du rang dans le jeu RefDIREN réduit (54 rel.) ($p < 0,06$ pour le GFI, ns pour les autres métriques).	38
Tableau 28 : HER 9 - Tables Calcaires, HER-2 57 exclue – Distribution des valeurs en fonction du Rang (rel.) dans le jeu RefDIREN réduit ($p < 0,001$ pour les 3 métriques).	39
Tableau 29 : HER 9 - Tables Calcaires. Distribution des valeurs IBGN pour les DIREN à notation basse, pour l'ensemble des données et pour les rangs 1 à 3.	41
Tableau 30 : HER 10 - Côtes Calcaires Est, jeu RefDIREN (42 stations et 153 relevés) ; distribution des valeurs pour les trois principales DIREN ($p < 0,001$ pour richesse et IBGN).	42
Tableau 31 : HER 10 - Côtes Calcaires Est, distribution des valeurs de l'IBGN ; jeu RefDIREN réduit (36 st., 111 rel.).	42
Tableau 32 :	43
Tableau 33 : HER 11 – Causses Aquitains, distribution des valeurs de l'IBGN ; jeu RefDIREN réduit (2 stations, 21 relevés). Les données de la DIREN Midi Pyrénées sont exclues de l'analyse.	45
Tableau 34 : Distribution des métriques de l'IBGN pour l'HER 12 Massif Armoricaïn dans le jeu RefDIREN réduit (147 relevés sur 56 stations). La DIREN Poitou Charentes est exclue de l'analyse.	47
Tableau 35 : HER 12 – Massif Armoricaïn; distribution des métriques de l'IBGN par rang ($p = 0,01$ pour l'IBGN). Jeu RefDIREN réduit (147 relevés sur 56 stations).	48
Tableau 36 : HER 12 – Massif Armoricaïn; distribution des métriques l'IBGN par HER-2. Pour les rangs 3 & 4. Jeu RefDIREN réduit (94 relevés).	48
Tableau 37 : HER 12 – Massif Armoricaïn; distribution des métriques l'IBGN par rang. Pour les HER-2 55 & 59. Jeu RefDIREN réduit (114 relevés).	49
Tableau 38 : HER 12 – Massif Armoricaïn HER-2 55 & 59; distribution des métriques l'IBGN pour les regroupements de rangs 2+3 et 4+5. Jeu RefDIREN réduit (114 relevés).	50
Tableau 39 : HER 12 – Massif Armoricaïn, HER-2 58 & 117; distribution des métriques l'IBGN par rang ($p=0,32$ pour l'IBGN) et tous rangs confondus. Jeu RefDIREN réduit (33 relevés).	51
Tableau 40 : HER 13 – Landes, distribution des valeurs de l'IBGN ; jeu RefDIREN réduit (7 stations, 45 relevés).	53
Tableau 41 : HER 14 – Coteaux Aquitains ; synthèse par station des données existantes.	55
Tableau 42 : HER 16 – Corse ; distribution des valeurs de l'IBGN pour l'ensemble de la Corse, par HER-2 et par rang ; jeu RefDIREN (65 relevés, 22 stations).	60
Tableau 43 : HER 16 – Corse ; distribution des valeurs de l'IBGN pour l'ensemble de la Corse, par HER-2 et par rang ; jeu SIG strict (57 relevés, 18 stations).	60
Tableau 44 : HER 17 – Dépressions sédimentaires; valeurs pour la station sélectionnée dans le jeu SIG « large ».	62
Tableau 45 : HER 18 – Alsace; distribution des valeurs de l'IBGN dans le jeu RefDIREN réduit (10 relevés, 5 stations). (Les valeurs du Q75 et de la médiane sont utilisées pour tenir compte du caractère douteux des stations de référence).	63
Tableau 46 : HER 19 – Grands Causses; distribution des valeurs de l'IBGN pour la station sélectionnée dans le jeu SIG strict (10 relevés). (Les valeurs du Q75 et de la médiane sont utilisées pour tenir compte du mode de sélection).	64
Tableau 47 : HER 20 – Dépôts Argilo-Sableux; valeurs observées pour le jeu Cemagref (3 relevés) et pour la Charente en 1997 (2 relevés).	66
Tableau 48 : HER 22 – Ardennes; valeurs observées, jeu refDIREN (2 stations, 2 relevés).	68

Mise en œuvre de la Directive Cadre Européenne sur l'Eau.

Note méthodologique pour la sélection de stations IBGN de référence

Jean-Gabriel WASSON (Cemagref) & Stéphane STROFFEK (Agence de l'Eau RMC)
1^{er} avril 2003

Objectifs de la présente note

A la demande du groupe de travail Directive Cadre / Eaux de Surface Continentales (DCE/ESC) piloté par la Direction de l'Eau (Ministère de l'Ecologie et du Développement Durable), le Cemagref a rassemblé les données IBGN existantes provenant du RNDE et des DIREN. A ce jour, le jeu de données comprend 1443 stations, réparties sur l'ensemble du territoire métropolitain, et comportant au moins un IBGN sur la période 1992-2002.

A partir de ces données, le travail demandé au Cemagref porte sur :

- la définition de valeurs IBGN de référence pour les différents types de cours d'eau ;
- la proposition de valeurs limites du bon état écologique pour l'IBGN, basée sur un écart à ces valeurs de référence ;
- l'élaboration de modèles pressions / impacts.

La méthodologie a été présentée au groupe DCE/ESC. Le Cemagref a déjà réalisé une simulation de cette approche à partir de ses propres données, montrant la faisabilité de la méthode. Toutefois, le jeu de données Cemagref ne couvre pas l'ensemble des types, et les prélèvements n'ont pas été réalisés selon le protocole IBGN. Il s'agit donc maintenant d'étendre l'approche à l'échelle nationale, à partir des données IBGN existantes. Compte-tenu des délais imposés, il est nécessaire de procéder par itérations. Dans un premier temps, sera réalisée une estimation faisant largement appel à l'avis d'expert, mais qui permettra de proposer des hypothèses de travail réalistes pour fixer des limites de bon état écologique, nécessaires pour l'exercice d'intercalibration et la préparation de l'état des lieux dans les bassins. Cette estimation sera progressivement affinée et validée par la suite.

La première étape consiste à sélectionner dans le jeu de données les stations qui pourront être considérées, en première approche, comme des sites de référence au sens de la DCE. Ces stations doivent répondre à un certain nombre de critères concernant les « pressions anthropiques » qui s'exercent sur les milieux aquatiques.

Deux approches indépendantes d'évaluation des pressions seront confrontées pour sélectionner ces stations de référence :

1 – **Sélection à dire d'expert**, par les services déconcentrés (DIREN)

2- **Comparaison avec les données sur les pressions anthropiques** rassemblées sous SIG à l'occasion de l'étude SIEE « définition d'un réseau national de stations ou tronçons de référence » ; ce travail sera réalisé par le Cemagref

A ce stade, **l'expertise des agents des services déconcentrés est absolument indispensable**, car le travail réalisé sur les pressions anthropiques ne permet pas de valider complètement la démarche pour plusieurs raisons :

- les altérations physiques ne sont pas prises en compte ;
- l'échelle de travail de la zone hydrographique n'est pas assez fine ;
- il n'était pas possible de modéliser à l'échelle du territoire ni les phénomènes d'auto-épuration, ni les pollutions diffuses.

Toutefois, la confrontation de ces deux approches devrait permettre, en apportant une certaine validation à l'avis d'expert, d'aboutir à une première sélection suffisamment fiable pour formuler des hypothèses de travail.

Le but de la présente note est donc de fournir aux agents des services déconcentrés les critères les plus objectifs possibles qui permettront de guider leur jugement pour la sélection des stations de référence dans chaque région.

Définition des notions de référence

Les approches pour définir les « conditions de référence » au sens de la DCE, (c'est à dire les valeurs de référence des paramètres physico-chimiques et biologiques), sont précisées dans le guide élaboré par le groupe européen REFCOND, qui préconise de s'appuyer en priorité sur des sites de référence ; des données historiques, modèles, ou avis d'expert pourront également être utilisées, notamment si des sites de référence ne peuvent pas être trouvés. Des conditions de référence doivent être définies pour chaque type de milieu.

Ces sites (ou stations) de référence sont sélectionnés en priorité sur les critères des pressions s'exerçant sur les milieux. La définition générale est la suivante : « *Les conditions de référence ne sont pas nécessairement des conditions originelles, totalement exemptes de perturbations anthropiques. Elles incluent des perturbations très faibles, ce qui signifie que les pressions anthropiques sont tolérées tant que leur impact écologique reste nul ou très faible* ». L'interprétation qui a prévalu pour définir un impact anthropique « très faible » est qu'il est difficilement discernable de la variabilité naturelle, notamment dans la composition des peuplements et les métriques de bioindication.

Les conditions de référence concernent aussi les toxiques : polluants de synthèse (micropolluants organiques) dont la concentration doit être proche de zéro (ou limite de détection), et métaux lourds dont la concentration ne doit pas dépasser un « bruit de fond » géochimique (qui n'a pas encore été déterminé).

Dans ce premier exercice, il ne sera pas tenu compte des toxiques, sauf si des données existantes mettent en évidence des concentrations anormalement élevées.

Les critères ci-dessous, qui concernent la plupart des pressions identifiées dans le guide REFCOND, complétés par les travaux en cours au CEN³, visent donc à préciser les critères de pressions qui permettront de sélectionner les stations de référence. Toutefois, un point important de méthodologie doit être souligné.

- La notion de référence s'appuie d'abord sur l'analyse des pressions, puisque le but est de comparer l'état actuel du cours d'eau à une situation naturelle, non impactée ; il ne s'agit donc pas de sélectionner uniquement les stations les plus riches d'un point de vue biologique, car bon nombre de milieux non perturbés peuvent avoir naturellement une faune relativement pauvre (bassins forestiers, ruisseaux oligotrophes, zones de montagne, cours d'eau sableux, lit instables, érosion naturellement importante, etc...). Donc tous les cours d'eaux pour lesquels les pressions anthropiques sont visiblement nulles ou très faibles sont des zones de référence et doivent être sélectionnés, même si leur faune paraît pauvre.
- En revanche, lorsque l'anthropisation du bassin n'est pas objectivement « très faible » (régions agricoles, moyens ou grands bassins incluant nécessairement une présence humaine non négligeable), c'est l'absence d'impact écologique mesurable dans la rivière qui doit être apprécié ; dans ce cas une marge certaine d'appréciation est laissée à l'expert, en fonction de sa connaissance du milieu. Pour la phase ultérieure de validation, le recours à des données historiques ou à des modèles permettant de reconstituer une référence théorique sera souvent justifié ; mais dans l'immédiat, nous nous baserons sur l'avis d'expert pour établir nos premières hypothèses.

Critères de sélection des stations IBGN de référence.

Nous rappelons que ces critères s'appliquent à des stations IBGN existantes, qui n'ont pas forcément été choisies dans ce but ; lors de la définition de nouvelles stations de référence, certaines précisions seront apportées. Par ailleurs, nous avons volontairement ciblé ces critères sur les pressions susceptibles d'affecter les peuplements d'invertébrés.

Représentativité

La station doit être représentative, du point de vue typologique, de la masse d'eau sur laquelle elle se situe. Les stations à l'évidence « atypiques » (non représentatives, souvent pour cause de particularité morphologique très locale, naturelle ou artificielle), doivent être écartées.

³ (CEN\TC230\WG2\TG5 'A guidance standard for assessing the hydromorphological features of rivers- May 2002 – PrEN soumis actuellement à enquête)

Néanmoins, une masse d'eau peut subir des pressions faibles et localisées (rejets, aménagements) qui n'altèrent pas son fonctionnement écologique à l'échelle du tronçon. Une station située sur cette masse d'eau pourra être considérée de référence si elle n'est pas sous l'influence directe d'une perturbation très locale.

Nous distinguerons les critères s'appliquant au niveau du bassin, au niveau du tronçon (généralement équivalent à la masse d'eau), et au niveau local de la station.

Au niveau du bassin

1 - Occupation des sols

1.a - Dominante de forêts, friches, landes, zones naturelles, associées à des prairies naturelles ou faiblement amendées avec élevage traditionnel ; faible emprise des cultures (labours) et cultures permanentes (vignes, vergers..) ; écarter les zones d'enrésinement massif sur sol acide si un problème d'acidification est suspecté, et les bassins viticoles :

=> Référence possible.

1.b - Dans les zones à dominante agricole (cultures labourées), des stations de référence sont encore possible si :

- Il n'y a pas de problèmes d'érosion généralisée des sols cultivés entraînant une sédimentation dans les cours d'eau;
- Une partie significative du bassin est peu modifiée (type 1.a) ;
- Les fonds de vallées sont majoritairement occupés par des prairies, et les corridors végétaux le long des cours d'eau sont globalement préservés (voir 7d).

2 - Régulation hydrologique (eau et sédiments)

2.a – Pas d'ouvrages modifiant significativement les régimes hydrologiques et sédimentologiques sur l'ensemble du réseau aval (suppression des crues fréquentes, étiages accentués ou nettement soutenus, blocage de la charge sédimentaire sur l'axe principal). On écartera notamment les cas suivants :

- o Rivières nettement régulés (modification sensible de l'hydrogramme annuel) ;
- o Cours d'eau manifestement incisé, perte de plancher alluvial ;
- o Végétalisation excessive du lit suite à la suppression des crues fréquentes ;
- o Vidange récente d'un barrage à l'amont.

Note : le problème des obstacles à la migration sera pris en compte pour les peuplements de poissons.

Au niveau du tronçon (échelle de la masse d'eau)

3 - Pollution toxique

3.a – Pas de rejet toxique connu (pour les petits cours d'eau),

3.b - Pas d'impact toxique suspecté si des industries existent (ou ont existé) à l'amont (rang ≥ 4).

4 - Pollution urbaine ou domestique

4.a – pour les petits cours d'eau : pas de rejets connus, ou rejets faibles ayant un impact localisé (auto-épuration supposée complète au niveau de la station).

4.b – pour les grands cours d'eau (rang ≥ 4), rejets très faibles par rapport à la capacité de dilution et d'autoépuration ; expertise à valider si possible avec les données du SEQ Eau, à partir des altérations MOOX (matières organiques et oxydables) et MA (matières azotées hors nitrates): sélectionner si classe SEQ bleu, écarter si classe jaune ; pour la classe verte, expertise sur l'altération suspectée des peuplements d'invertébrés.

5 - Pollution diffuse, eutrophisation

5.a – pas de signe de proliférations végétales. Expertise à valider si possible avec les données du SEQ Eau, à partir des altérations EPRV (effet des proliférations végétales), et MP (matières phosphorées): sélectionner si classe SEQ bleu, écarter si classe jaune ; pour la classe verte, expertise sur l'altération suspectée des peuplements d'invertébrés.

Prise en compte de l'altération Nitrates, en écartant le site lorsque la classe de qualité est en rouge (>50mg/l).

6 - Altérations hydrologiques

6.a – écarter toute station située dans un tronçon

- à débit réservé ;
- soumis à des éclusées sensibles (rapport débit en éclusée / débit de base $\geq 1,5$) ;
- soumis à un prélèvement significatif en étiage ($\geq 10\%$ du débit d'étiage).

(ces seuils peuvent être modulés si la biologie ne révèle aucune altération décelable).

7 - Altérations morphologiques

7.a - écarter les tronçons dont l'écoulement est sensiblement ralenti par des seuils ou petits barrages (même sans stockage), si le linéaire ralenti est $\geq 30\%$; on pourra évaluer le linéaire de rivière « hydrauliquement contrôlé » par les seuils, en comparant la hauteur cumulée de tous les barrages de la masse d'eau au dénivelé total de la masse d'eau ⁽⁴⁾.

7.b – Ecarter les tronçons ayant subi des aménagements « lourds » sur $\geq 10\%$ de leur longueur, ce qui inclut :

- toute intervention modifiant nettement le profil en long ou en travers ;
- endiguement étroit (des deux côtés) ;
- chenalisation avec rectification, recalibrage ;
- perte totale de connectivité latérale.

7.c – Pour les tronçons ayant subi des interventions « légères », ou des aménagements localisés, on n'écartera que les tronçons affectés sur $\geq 30\%$ de leur longueur ; entrent dans cette catégorie :

- les interventions ne modifiant pas la sinuosité, le profil en long et en travers ;
- les protections de berges sans endiguement (sur un seul côté) ;
- la stabilisation, l'entretien récent ;
- la connectivité latérale doit être maintenue sur la majeure partie du tronçon.

Note : en cas de cumul d'aménagement « lourds » et « légers » (7b et 7c), on écartera les tronçons affectés sur $\geq 30\%$ de leur longueur.

7.d – On portera une attention particulière à l'occupation des sols dans les fonds de vallées, et à la structure des corridors rivulaires,

- dans les zones agricoles (cas 1.b), la fonction protectrice du corridor végétal est essentielle. Si le fond de vallée est occupé par des cultures, on écartera les tronçons dont la végétation rivulaire est dégradée ou absente sur une partie significative ($\geq 30\%$) du tronçon ;
- dans les zones à faible impact agricole (cas 1.a), on pourra sélectionner les tronçons dont les fonds de vallées sont majoritairement occupés par des prairies.

Note : les critères ci-dessus concernant les altérations morphologiques (7.a à 7.d) s'appliquent au tronçon, même si la station IBGN n'est pas située dans un endroit directement affecté par ces aménagements. Les seuils indiqués peuvent être légèrement modulés si la biologie ne révèle aucune altération décelable.

⁴ soit la hauteur cumulée des seuils rapportée à la dénivellation totale de la masse d'eau. Si H est la hauteur cumulée des seuils (en m), P la pente pour mille (en m/km), et L la longueur de la masse d'eau (en km), la fraction Lc du linéaire contrôlé est : $Lc = H / (P*L)$.

5.1. Au niveau de la station

Après examen des critères ci-dessus relatifs au bassin et au tronçon, on s'assurera si possible que la station IBGN n'est pas :

- impactée localement par un rejet trop proche, (même faible à l'échelle de la masse d'eau) ;
- dans l'emprise immédiate d'un aménagement lourd (7.b) ;
- ou dans la zone d'influence d'un seuil situé à l'aval (7.a).

Le critère de la qualité de la végétation rivulaire sera vraisemblablement difficile à apprécier à ce stade.

5.2. Conclusion

Pour cette première phase, l'ensemble des critères ci-dessus doivent être interprétés comme un guide pour l'expertise, visant à attirer l'attention sur les paramètres à prendre en compte, et des niveaux d'anthropisation jugés *a priori* compatibles avec la notion de référence. En clair, même si les données chiffrées ne sont pas facilement accessibles, nous faisons à ce stade confiance à l'expertise pour proposer des stations de référence.

Si les conditions au niveau de la station ne sont pas connues avec précision, mais que les critères sont satisfaisants au niveau du bassin et du tronçon, une station pourra être retenue comme référence à ce stade, sous réserve de validation ultérieure.

Tableau récapitulatif

Le tableau ci-joint constitue un guide résumant l'ensemble de ces critères ; il devra être utilisé pour synthétiser l'information sur les stations, en cochant les cases appropriées pour chaque critère.

Si l'une des cases de la colonne de droite est cochée (critère déclassant), la station devrait logiquement être écartée des sites de référence. Si (presque) toutes les cases cochées sont situées dans la colonne de gauche (situation de référence), la station est sélectionnée. Si plusieurs cases sont cochées dans la colonne centrale, l'avis d'expert concernant l'altération suspectée des peuplements d'invertébrés est nécessaire pour sélectionner ou non la station. Toutefois, une majorité de cases cochées dans la colonne centrale devrait conduire à écarter la station ; mais dans le cas des grands cours d'eau, cette règle peut être « interprétée » au vu des données biologiques.

En pratique, il est demandé pour chaque DIREN :

- de renseigner (ou de valider) dans la colonne « ETAT » du fichier Excel des stations IBGN, le caractère « référence » ou « perturbé » de chaque station, et de renvoyer ce fichier au Cemagref ;
- A titre du « contrôle de qualité » de cette information, qui pourra être nécessaire a posteriori pour valider la démarche, de renvoyer au Cemagref une simple copie papier du tableau récapitulatif renseigné pour chaque station.

Enfin, toute remarque transmise au Cemagref concernant la validité de ces critères, l'utilisation de cette approche, ou la proposition de nouveaux éléments sera examinée avec la plus grande attention.

Echelle				
BASSIN VERSANT	Occupation du sol dominante sur le BV à l'amont du site			
	Forêt naturelle, friches, landes, prairies, pâturages ...	Dominante	Secondaire	Déclassant
	Culture intensive, vigne	Absence	Secondaire	Déclassant
	Urbanisation	Absence	Secondaire	Déclassant
	Régime Hydrologique			
Modification des crues	Absence	Non signif.	Déclassant	
Modification des étiages	Absence	Non signif.	Déclassant	
Régime sédimentaire				
Blocage du flux sédimentaire (signes d'incision du lit)	Absence	Non signif.	Déclassant	
Erosion généralisée des sols (sédimentation dans le lit)	Absence	Non signif.	Déclassant	
TRONCON (masse d'eau)	Rejets polluants			
	Industriels (et urbains avec industries)	Absence	Non signif.	Déclassant
	Urbains domestiques	Absence	Non signif.	Déclassant
	Rejets 'diffus' (et dispersés)	Absence	Non signif.	Déclassant
	<i>Optionnel (si connue)</i>			
	<i>Classe de qualité SEQ-Eau (B/V/J/O/R)</i>	MOOX		
		MA		
		Nitrates		
		MP		
		EPRV		
		Moox : matières organiques et oxydables MA : matières azotées (hors nitrates) MP : matières phosphorées EPRV : effet des proliférations végétales		
	Modifications du régime hydrologique			
	Eclusées	Absence	Non signif.	Déclassant
	Transferts	Absence	Non signif.	Déclassant
	Prélèvements	Absence	Non signif.	Déclassant
Ralentissement des écoulements				
<i>(influence seuil ou barrage en % du linéaire du tronçon)</i>	≤ 10 %	10-30%	>30%	
Modifications 'lourdes' du tracé en plan et profil en long <i>(en % linéaire)</i>				
<i>(rectification, recalibrage, chenalisation, digues sur les 2 rives, extractions anciennes en lit mineur ...)</i>	Absence	≤ 10 %	> 10 %	
Travaux 'légers' de protection et d'entretien				
<i>(stabilisation des berges, curages d'entretien)</i>	≤ 10 %	10-30%	>30%	
Occupation du fond de vallée (corridor fluvial)				
Forêt naturelle, landes, zones naturelles, prairies ...	Dominante	Secondaire	Déclassant	
Culture intensive en fond de vallée	Non	Oui		
Si oui, largeur du corridor végétal rivulaire	Forte ¹	Faible ²	Quasi-nulle ³	
¹ : corridor végétal large et quasi-continu, ² : corridor étroit et/ou discontinu, ³ : culture arrivant jusque sur la berge				
STATION (=site) longueur de 10 à 15 fois la largeur du lit mineur	REPRESENTATIVITE DE LA STATION / TYPE DU TRONCON	Très bonne	Bonne	Mauvaise
	Rejet connu à l'amont immédiat	Non	Négligeable	Déclassant
	Station dans l'emprise d'un aménagement 'lourd'			
	<i>(rectification, recalibrage, chenalisation, digues sur les 2 rives, extractions anciennes en lit mineur, ralentissement lié à un seuil ou un barrage ...)</i>	Non	Non signif.	Déclassant
	Effets cumulés de travaux 'légers'			
	<i>(stabilisation des berges, curages d'entretien)</i>	Non	Non signif.	Déclassant
	Végétation des berges			
¹ : ripisylve typique du type de cours d'eau présente; ² : ripisylve réduite ou formée d'essences allochtones	'Naturelle' ¹	Modifiée ²		
APPRECIATION GLOBALE DE LA STATION PAR L'EXPERT		Référence	Perturbée	

Annexe II Valeurs observées sur les jeux de données Cemagref et SIG strict**TABLEAU PROVISOIRE – VALEURS à CORRIGER**

Se référer aux tableaux diffusés dans les notes du 19 juin et du 8 juillet

Nom HER-1	N°	Cemagref			DIREN			SIG strict		
		GFI	Nb de Taxons	IBGN	GFI	Nb de Taxons	IBGN	GFI	Nb de Taxons	IBGN
Pyrénées	1	9	30	17	9	33	18	9	29	17
Alpes Internes	2	9	20	14	9	19	14	9	15	13
Massif Central Sud	3	9	38	19	9	37	19	8	33	17
Vosges	4				9	29	17	8	32	16
Jura Pré-Alpes Nord	5	9	31	17	9	30	17	9	23	15
Méditerranée	6	8	36	17	8	32	16	9	31	17
Pré-Alpes Sud	7	9	22	15	9	22	15	9	24	15
Cévennes	8	9	37	19	9	27	16	9	32	17
Tables Calcaires	9	7	37.5	17	7	32	16			
Cotes Calcaires Est	10				7	35	16	7	35	16
Causses Aquitains	11				8	32	16			
Massif Armorica in	12	9	32	17	8	32	16			
Landes	13				7	31	15	8	31	16
Coteaux Aquitains	14				9	28	16			
Plaine de Saone	15									
Corse	16				8	37	18	8	33	17
Depressions Sedimentaires	17									
Alsace	18				8	34	17			
Grandes Causses	19							9	34	18
Depôts Argilo-Sableux	20	9	34	18						
Massif Central Nord	21	9	38	19	9	39	19	9	39	19
Ardennes	22									

Annexe X

Tableau I – Nombre de stations et relevés par HER-1

REGION	Données	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	Total		
ALSACE	relevés stations				8 5	2 1					1 1								12 6					23 13		
AQUITAINE	relevés stations											21 2		46 7	22 2										89 11	
AUVERGNE	relevés stations			24 7					5 1														2 2	31 10		
BASSENORMANDIE	relevés stations									9 3			22 8												31 11	
BOURGOGNE	relevés stations			4 1							99 27												194 34	297 62		
BRETAGNE	relevés stations												77 21												77 21	
CENTRE	relevés stations									9 1											6 2				15 3	
CHAMPAGNEARDENNES	relevés stations									23 3	41 5														64 8	
CORSE	relevés stations																65 22								65 22	
FRANCHECOMTE	relevés stations				5 1	36 5																			41 6	
HAUTENORMANDIE	relevés stations									93 9															93 9	
ILEDEFrance	relevés stations									14 2															14 2	
LANGUEDOCROUSSILLON	relevés stations	5 1							6 1																11 2	
LIMOUSIN	relevés stations			4 1																			40 9		44 10	
LORRAINE	relevés stations				7 6						11 8															18 14
MIDIPYRENEES	relevés stations	6 6		3 2								3 3			4 3											16 14
PACA	relevés stations		8 1				16 3	14 3																		38 7
PAYSDELALOIRE	relevés stations									15 3			61 24													76 27
PICARDIE	relevés stations									22 5	1 1													2 2	25 8	
POITOUCHARENTES	relevés stations									42 5			13 2									7 1			62 8	
RHONEALPES	relevés stations		7 1	21 17		9 8	7 2	3 3	11 6																58 37	
Total nb relevés		11	15	56	20	47	23	17	22	227	153	24	173	46	26		65	2	12			13	234	2	1188	
Total nb stations		7	2	28	12	14	5	6	8	31	42	5	55	7	5		22	1	6			3	44	2	305	