

Indicateurs d'environnement et de développement durable

Robert Joumard

directeur de recherche émérite  IFSTAR / Univ. Lyon

1. Définir et construire un indicateur
2. Indicateurs d'environnement : définir l'environnement
3. Comparaison d'indicateurs de développement durable

Distinguer critère et indicateur

- *Critère* : ce qui nous préoccupe (développement humain, développement durable, effet de serre par exemple)
- *Indicateur* : ce qui est censé représenter le critère (IDH, potentiel de réchauffement climatique par ex.)
 - un indicateur est une variable, basée sur des mesures, représentant aussi précisément que possible et que nécessaire un phénomène
 - un indicateur d'impact environnemental est une variable, basée sur des mesures, représentant un impact d'une activité humaine sur l'environnement aussi précisément que possible et nécessaire

(Indicators of environmental sustainability in transport: an interdisciplinary approach to methods : <http://cost356.inrets.fr>)

Qu'est-ce qu'un indicateur ?

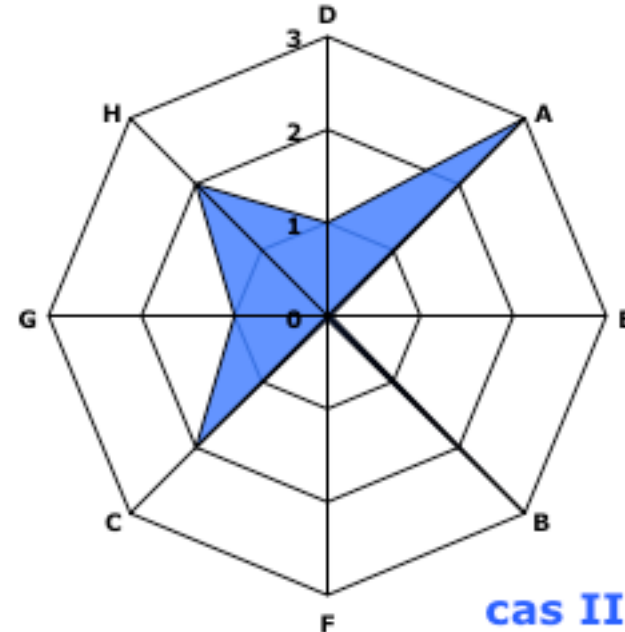
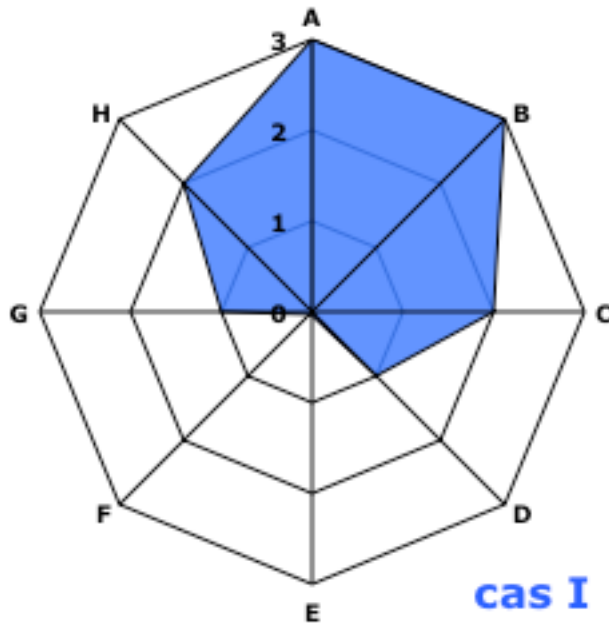
- Un *indicateur* indique ou représente quelque chose, un phénomène
- Le phénomène représenté doit toujours être défini précisément
 - Le PIB est un indicateur de l'activité économique marchande, et non un indicateur de bien-être économique, de richesse ou de développement
- C'est un modèle, mais un modèle très simple :
 - calculable simplement : opérateurs mathématiques basiques
 - utilisable par un non spécialiste du phénomène
 - interprétable intuitivement

Indicateur simple ou composite

- Un indicateur peut être formulé de manière simple ou complexe
- Variable simple : par ex. moyenne spatio-temporelle de la concentration de particules de moins de $10\ \mu\text{m}$ de diamètre – PM10 – comme indicateur de pollution de l'air
- Indicateur composite (ou agrégé) : combinaison de variables diverses et notamment d'indicateurs : par ex. l'indice de développement humain IDH

Agrégation graphique d'indicateurs

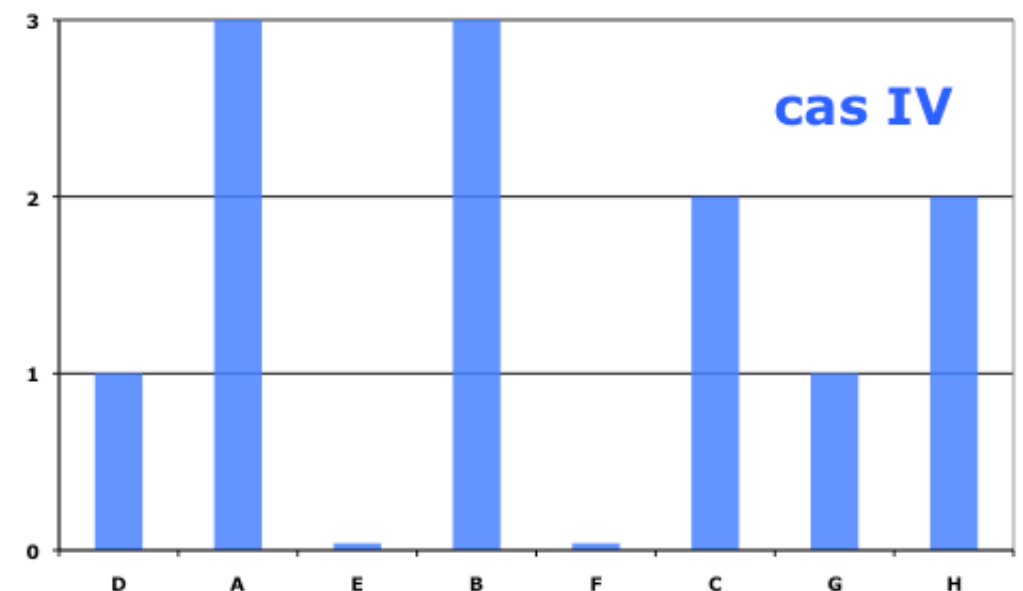
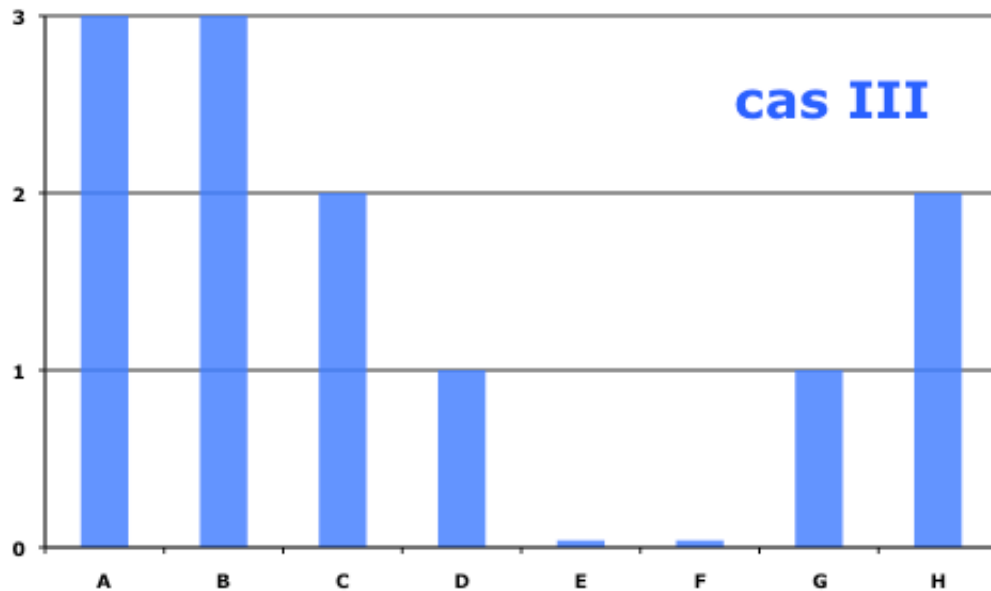
- Représentation graphique d'indicateurs multiples sous forme de radar (2 jeux de 8 indicateurs)



- Quel cas (I ou II) a les indicateurs les plus élevés ?

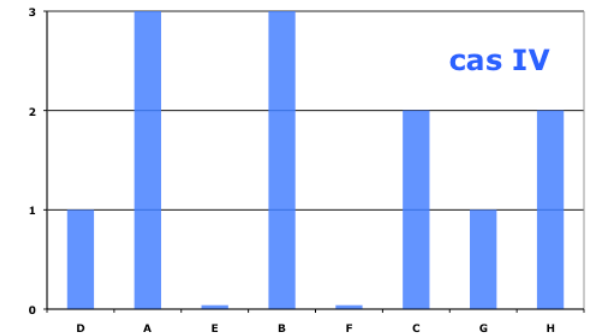
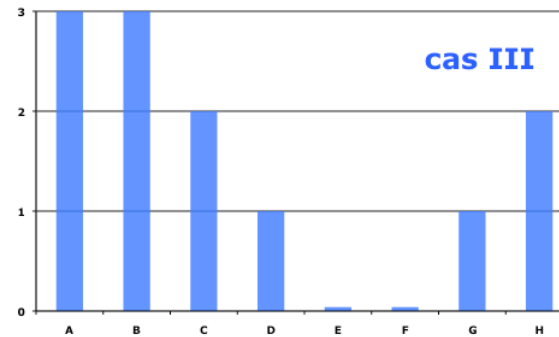
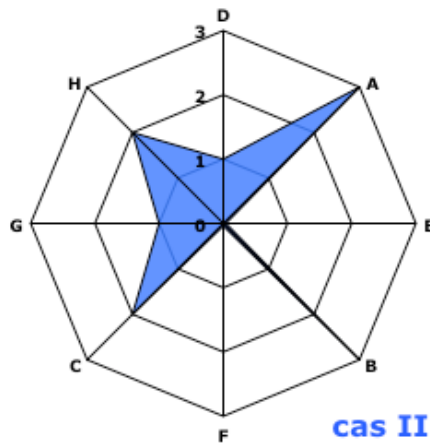
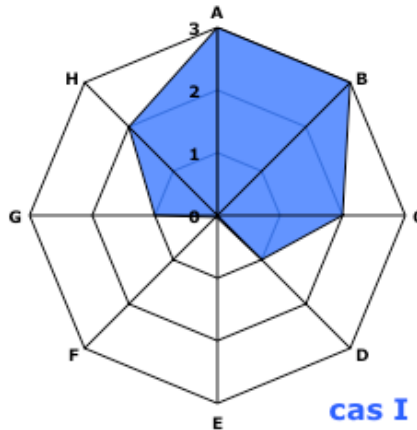
Agrégation graphique d'indicateurs

- Représentation graphique d'indicateurs multiples sous forme d'histogramme (2 jeux de 8 indicateurs)



- Quel cas (III ou IV) a les indicateurs les plus élevés ?

Agrégation graphique d'indicateurs



- Cas I, II, III et IV identiques
- Radar sensible à l'ordre de présentation
- Histogramme préférable

10 critères d'évaluation et de sélection des indicateurs (2)

- 3 critères de représentativité
 - **validité** : doit réellement mesurer ce qu'il est censé mesurer
 - **Reproductibilité** : un recalcul doit donner la même valeur
 - **sensibilité** : capacité à traduire les variations importantes
- 3 critères d'opérationnalité
 - **simplicité** : simple et utilisable avec des moyens limités
 - **disponibilité** des données d'entrée (coût, délai)
 - **éthique** : compatible avec les droits humains et les valeurs
- 4 critères d'aide à la décision
 - **transparence** : facile à comprendre et critiquable par l'utilisateur
 - **interprétabilité** : interprétation intuitive et sans ambiguïté
 - **potentiellement lié à un objectif** : performance d'une mesure par rapport à un objectif
 - **lié à une décision** : mesure des facteurs modifiables par une décision

Indicateurs d'environnement et de développement durable

1. Définir et construire un indicateur
- 2. Indicateurs d'environnement : définir l'environnement**
3. Comparaison d'indicateurs de développement durable

Des indicateurs de quoi ?

Pollution de l'air : 18 impacts

- Acidification
 - perte de biodiversité
 - perte du patrimoine commun
 - destruction du patrimoine arch.
- Toxicité directe
 - effets sur les écosystèmes
 - effets sur les hommes
- Eutrophisation
- Trou d'ozone
 - effets sur les écosystèmes
 - effets sur les hommes
- Pollution photochimique
 - Santé
 - perte de productivité agricole
 - écotoxicité
 - destruction patrimoine commun
 - Destruction patrimoine culture
 - *(effets secondaires) effet de serre, acidification*
- Odeurs
- Salissures
- Visibilité
- Effet de serre
- Obscurcissement (dimming)

Poll. de l'air : indicateurs de source ou d'impact ?

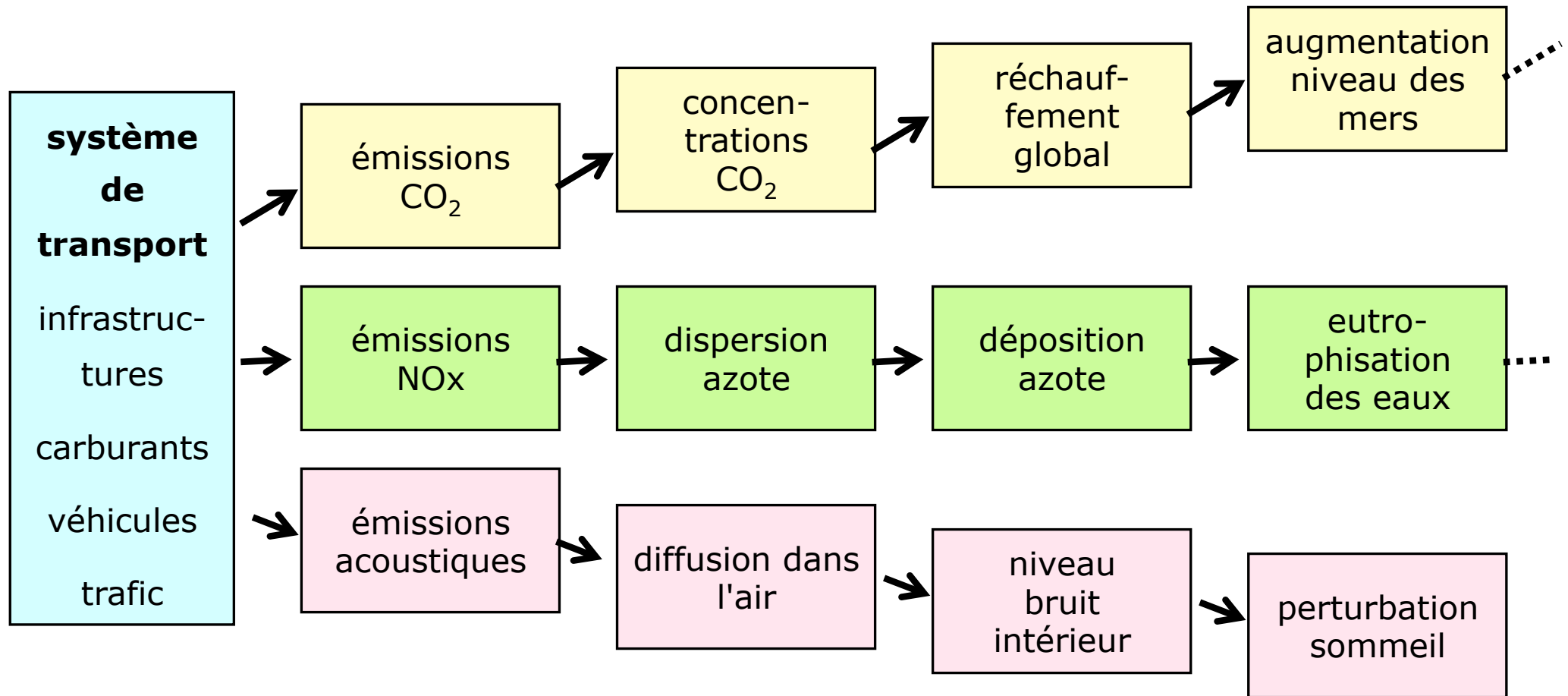
- Évaluation de la source
 - des émissions de quelques polluants
- Évaluation d' une étape intermédiaire
 - des teneurs dans l'espace et le temps
 - potentiel de réchauffement climatique
 - potentiel de formation d' ozone
 - exposition des populations
- Évaluation d' un impact final
 - Par ex. risque sanitaire

Définir l'environnement (1/3)

- se réfère parfois à la qualité de vie, parfois aux ressources naturelles indispensables à la vie ou à l'activité économique, voire à la nature
- Environnement = ensemble des impacts sur l'environnement
- Un impact sur l'environnement =
 - une cible finale (ressources, écosystèmes, santé, bien-être, patrimoine, et globe)
 - une source (approche cycle de vie)
 - une chaîne de causalités entre source et cible

Définir l'environnement (2/3)

■ Exemples de chaînes de causalités



L'environnement : 51 chaînes de causalités (3/3)

- **Pollution de l'air : 17**
- **Effet de serre : 1**
- **Bruit et vibrations : 5**
 - Bruit (4 chaînes)
 - Vibrations (1 chaîne)
- **Pollution du sol et de l'eau : 8**
 - Pollution sols, eaux surf. et phr. (3 ch.)
 - Pollution marine (3 chaînes)
 - Régime eaux, risques hydraul. (2 ch.)
- **Impacts liés à l'espace : 8**
 - Consommation d'espace (4 chaînes)
 - Effets de coupure (2 chaînes)
 - Érosion des sols (1 chaîne)
 - Qualité du paysage (1 chaîne)
- **Consommation de matières premières non renouvelables et déchets : 3**
 - Cons. matières pr. non renouv. (1 ch.)
 - Déchets non recyclables (1 chaîne)
 - Déchets en bordure de route (1 ch.)
- **Insécurité routière : 2**
 - Traumatismes humains routiers (1 ch.)
 - Mortalité animale par collision (1 ch.)
- **Autres impacts : 7**
 - Pollution électromagnétique (2 chaînes)
 - Pollution lumineuse (1 chaîne)
 - Introduction d'espèces exotiques (1 ch.)
 - Propagation agents pathogènes (1 ch.)
 - Risques d'incendie (1 chaîne)
 - Risques technologiques (1 chaîne)

Indicateurs d'impacts sur l'environnement

- Nombreux par impact
- De faible qualité, hors effet de serre
- Composites :
 - coûts externes
 - MIPS
 - Ecological scarcity
 - ReCiPe
 - **Empreinte écologique**

Empreinte écologique (1/3)

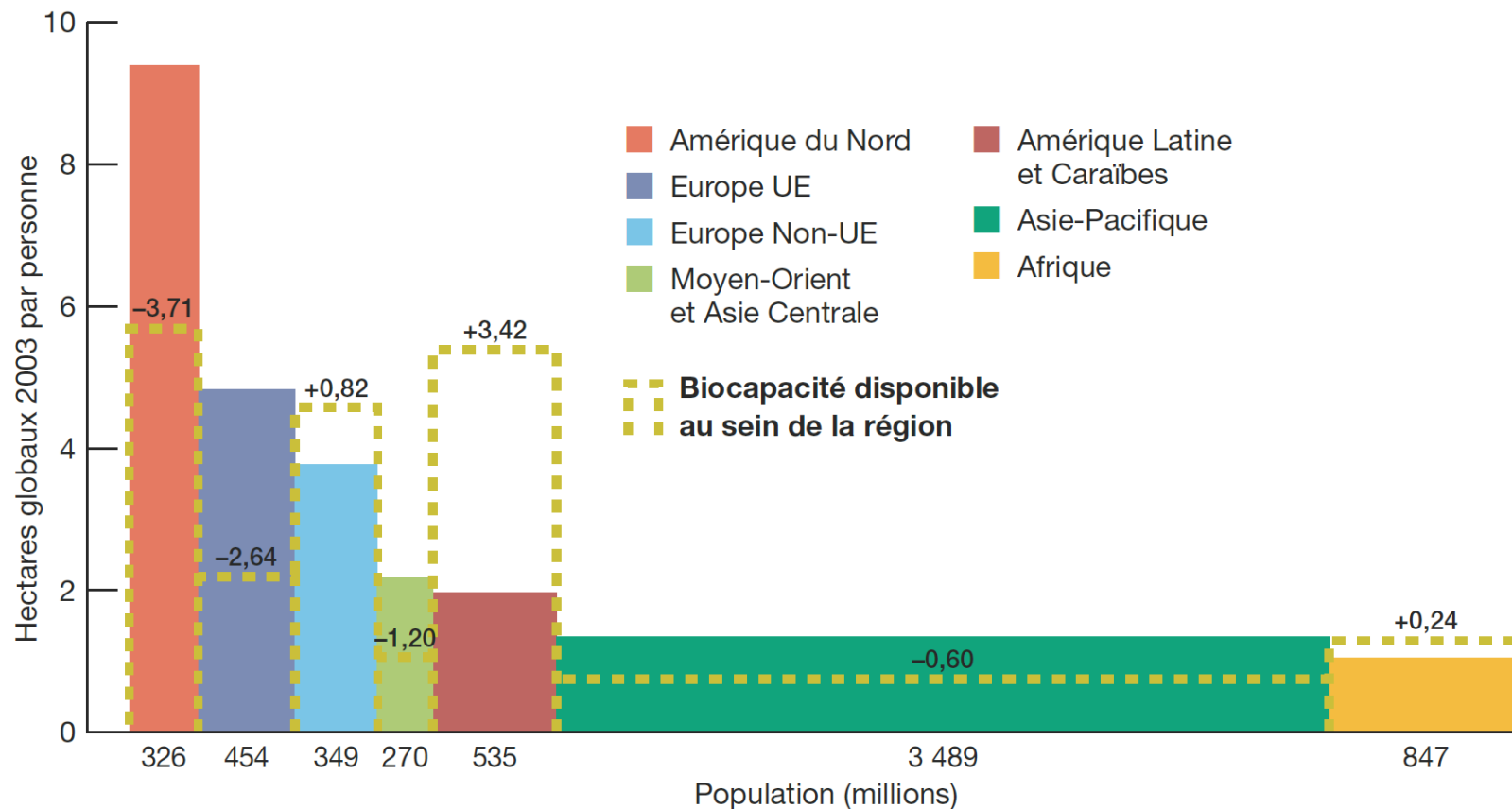
- Surface terrestre et aquatique biologiquement productive nécessaire à la production des ressources consommées et à l'assimilation des déchets produits par une population, indépendamment de la localisation de cette surface
- Exprimée en hectares globaux, comparable à la surface réelle d'un territoire
- 6 types d'usage : cultures agricoles, forêts, pâturages, pêche, infrastructures, séquestration du carbone

Empreinte écologique (2/3)

- Peu d'impacts pris en compte / 51 chaînes de causalités :
 - disparition des habitats naturels par consommation d'espace
 - ressources non renouvelables (partiellement : pétrole)
 - effet de serre (partiellement : CO₂)
- Empreinte carbone
 - essentielle dans les conclusions
 - pure hypothèse (séquestration CO₂ par forêts ou substitution par énergie bois) : surface purement virtuelle
- Extraordinaire pouvoir d'évocation car unité concrète et résultat comparable à une réalité simple

Empreinte écologique par région du monde

- Grand pouvoir d'évocation car unité concrète (ha) et résultat comparable à une réalité simple (surface réelle)



Empreinte écologique et biocapacité par région en 2003

La différence entre l’empreinte d’une région (barres pleines) et sa biocapacité (lignes pointillées) est sa réserve (+) ou son déficit (-) écologique (Hails, 2006)

Indicateurs d'environnement et de développement durable

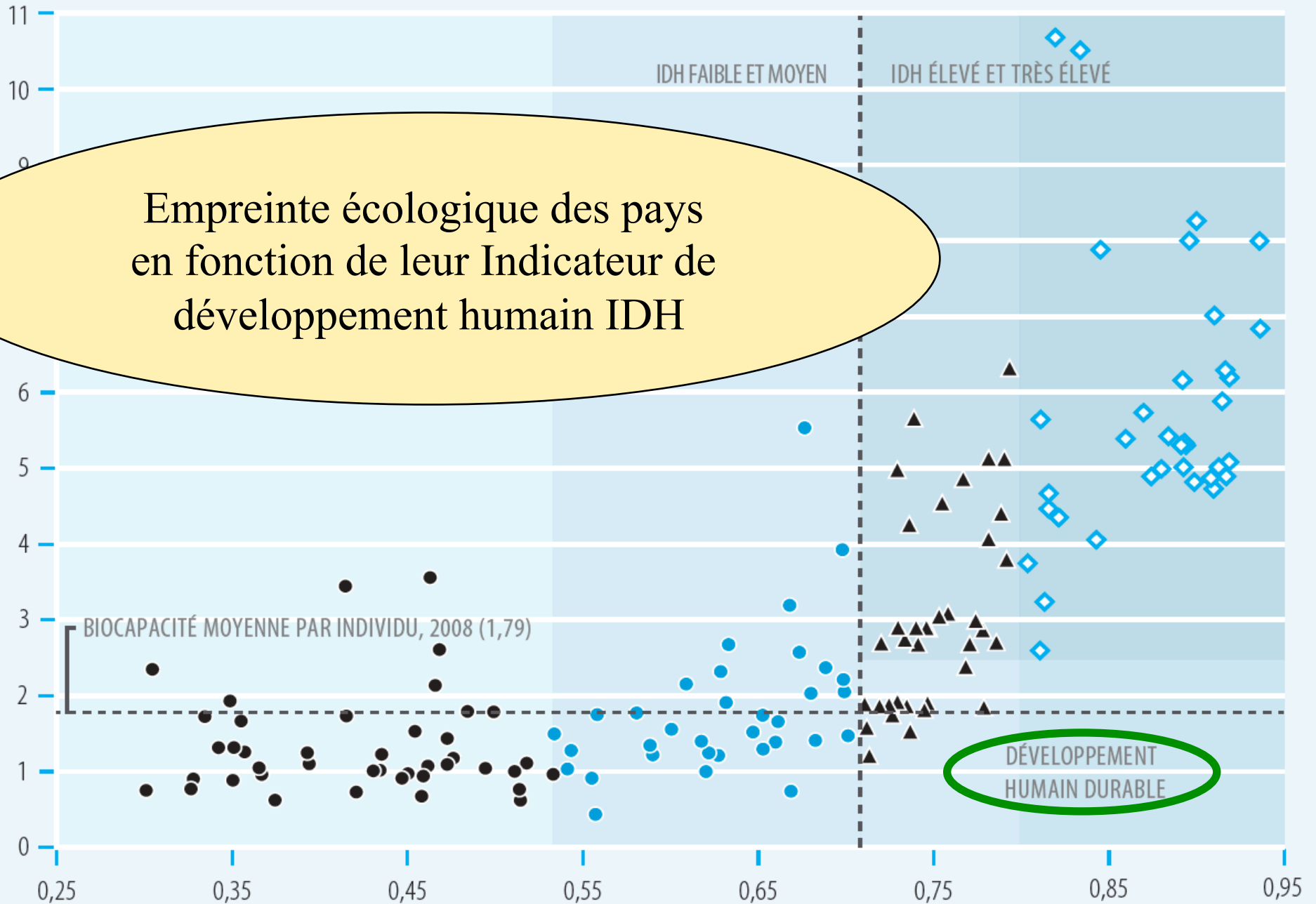
1. Définir et construire un indicateur
2. Indicateurs d'environnement : définir l'environnement
- 3. Comparaison d'indicateurs de développement durable**

Indice de développement humain IDH

- Mis au point par le PNUD en 1990 et amélioré depuis
- Combine pour un pays
 - l'espérance de vie à la naissance
 - l'accès à l'instruction combinant durées moyenne et attendue de scolarisation
 - le logarithme du revenu national brut par habitant à parité de pouvoir d'achat
- Chacune des 3 composantes normalisée par une plage de variation (généralement 0 – maximum constaté)
- Agrégation par la moyenne géométrique

Empreinte écologique, 2007 (hectares globaux par habitant)

Empreinte écologique des pays en fonction de leur Indicateur de développement humain IDH

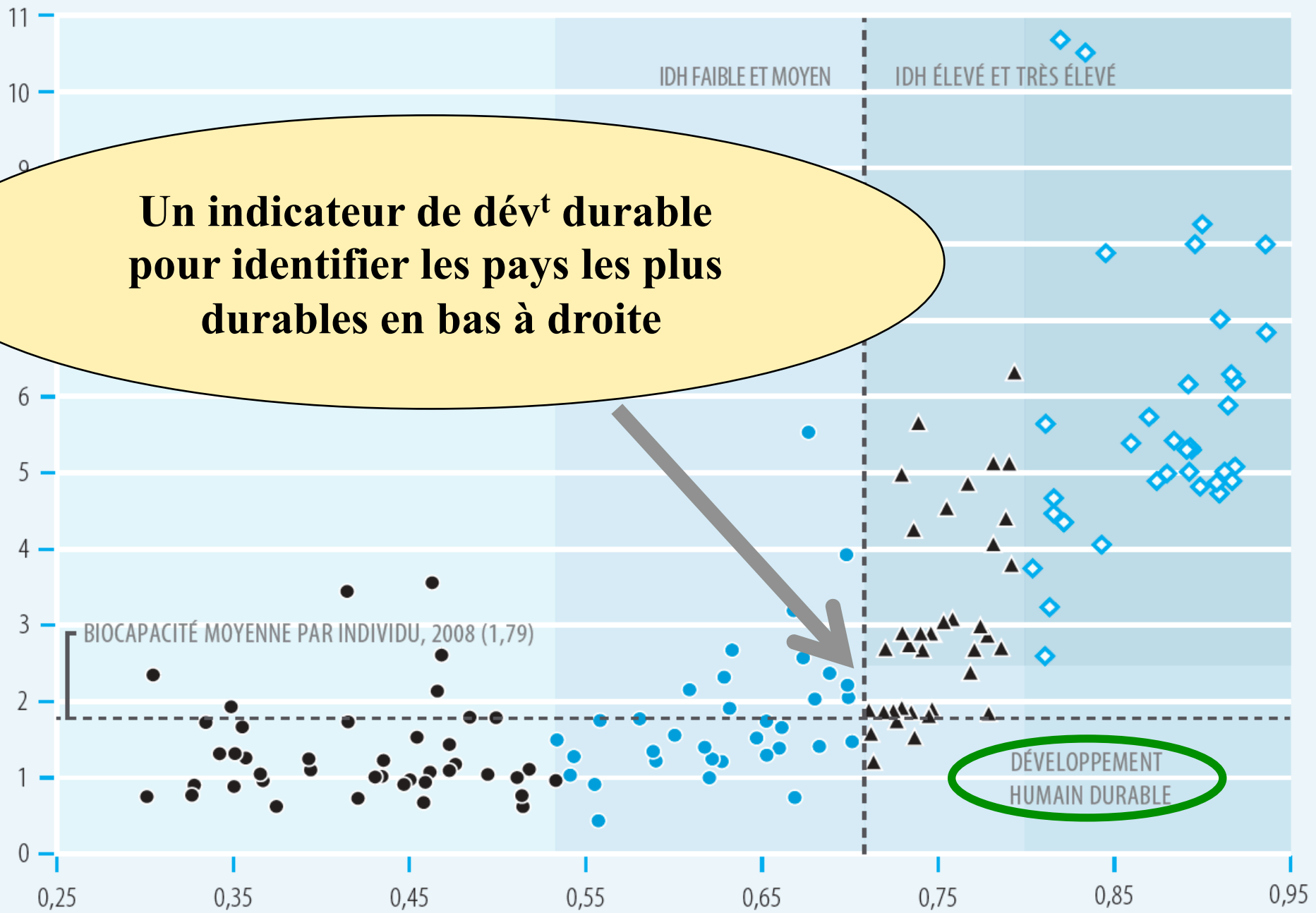


source : Rapport sur le développement humain 2013, PNUD

IDH, 2012

Empreinte écologique, 2007 (hectares globaux par habitant)

Un indicateur de dév^t durable pour identifier les pays les plus durables en bas à droite



source : Rapport sur le développement humain 2013, PNUD

IDH, 2012

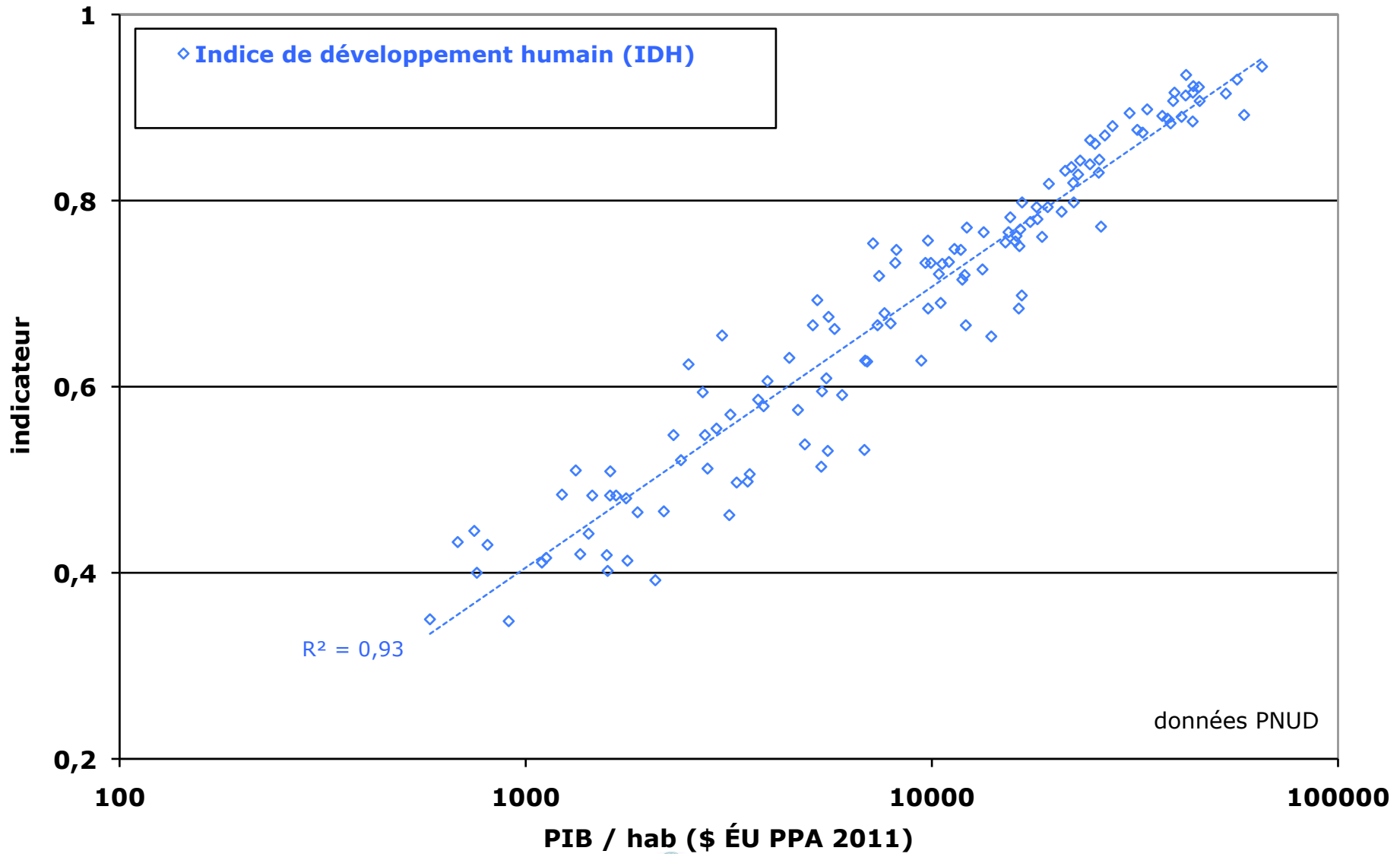
Indice de développement humain ajusté aux inégalités IDHI

- Mis au point en 2010 par le PNUD
- Réduit l'IDH selon les inégalités de répartition de ses différentes dimensions au sein de la population
 - inégalité de répartition mesurée par le rapport moyenne géométrique / moyenne arithmétique au sein de la population
- = indicateur des dimensions économique élargie et justice sociale

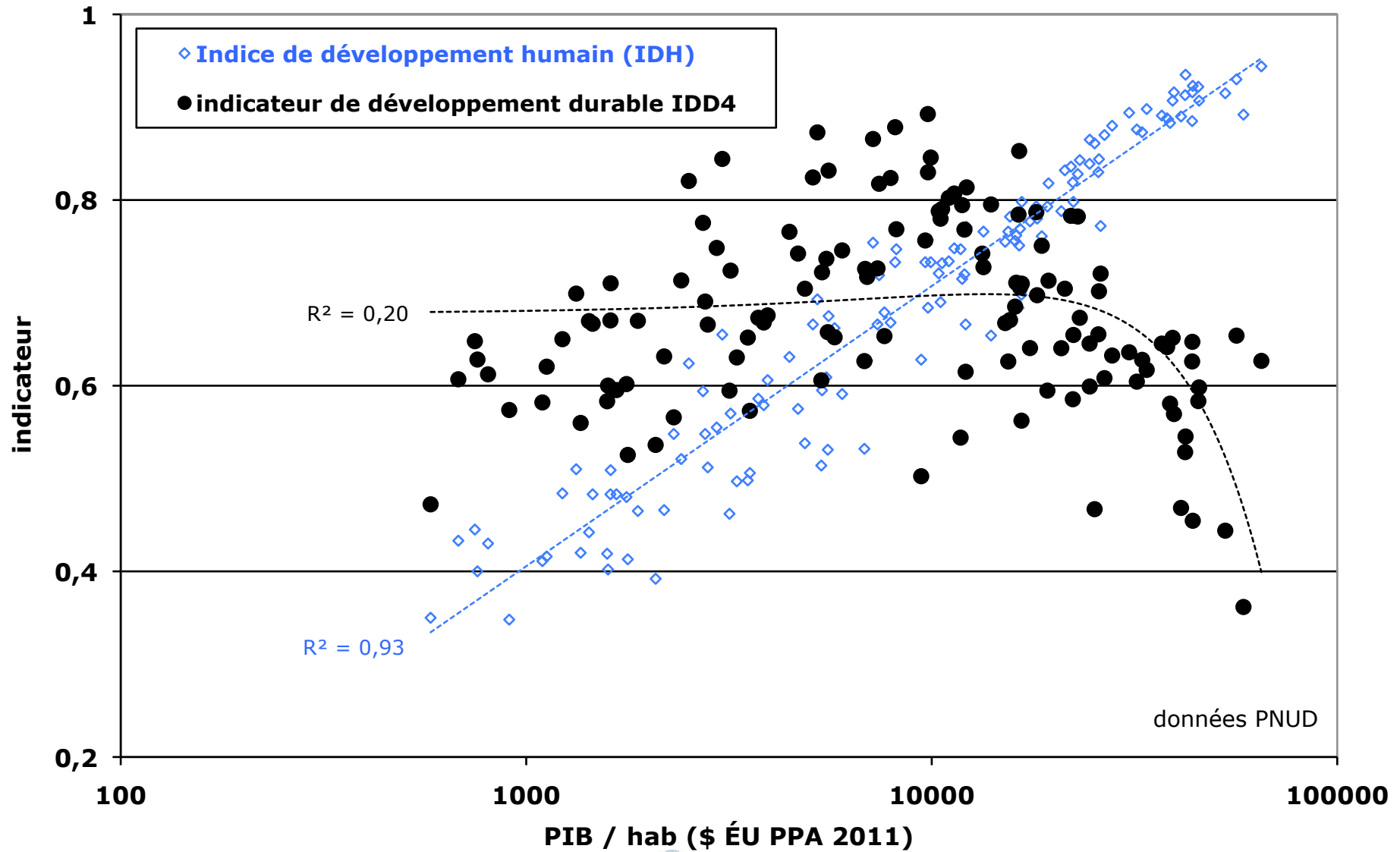
Indicateurs de développement durable IDD4

- Indicateur à 4 dimensions = moyenne géométrique de :
 - Indicateur de long terme = $f(\text{Empreinte écologique})$
 - Indicateur d'environnement = $8,5 - \text{Empreinte Écologique}$
 - Indicateur d'égalité sociale = $\text{IDH Inégalité} / \text{IDH}$
 - Indicateur économique élargi = Indice de Développement Humain, qui combine :
 - espérance de vie à la naissance
 - accès à l'instruction
 - revenu national brut par habitant à parité de pouvoir d'achat
- Composantes normées par leur plages de variation

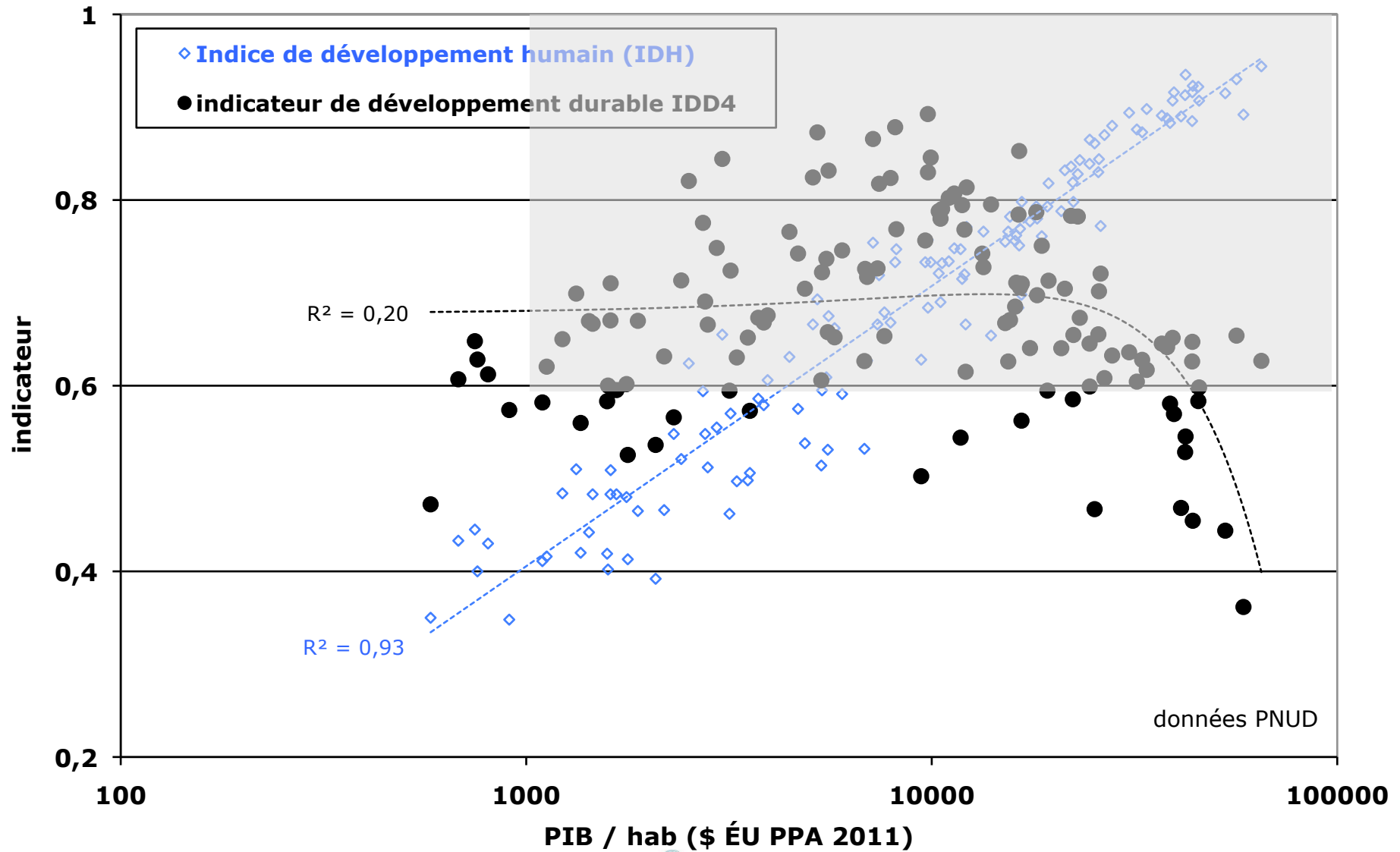
IDH et Indicateur de développement durable IDD4 / PIB



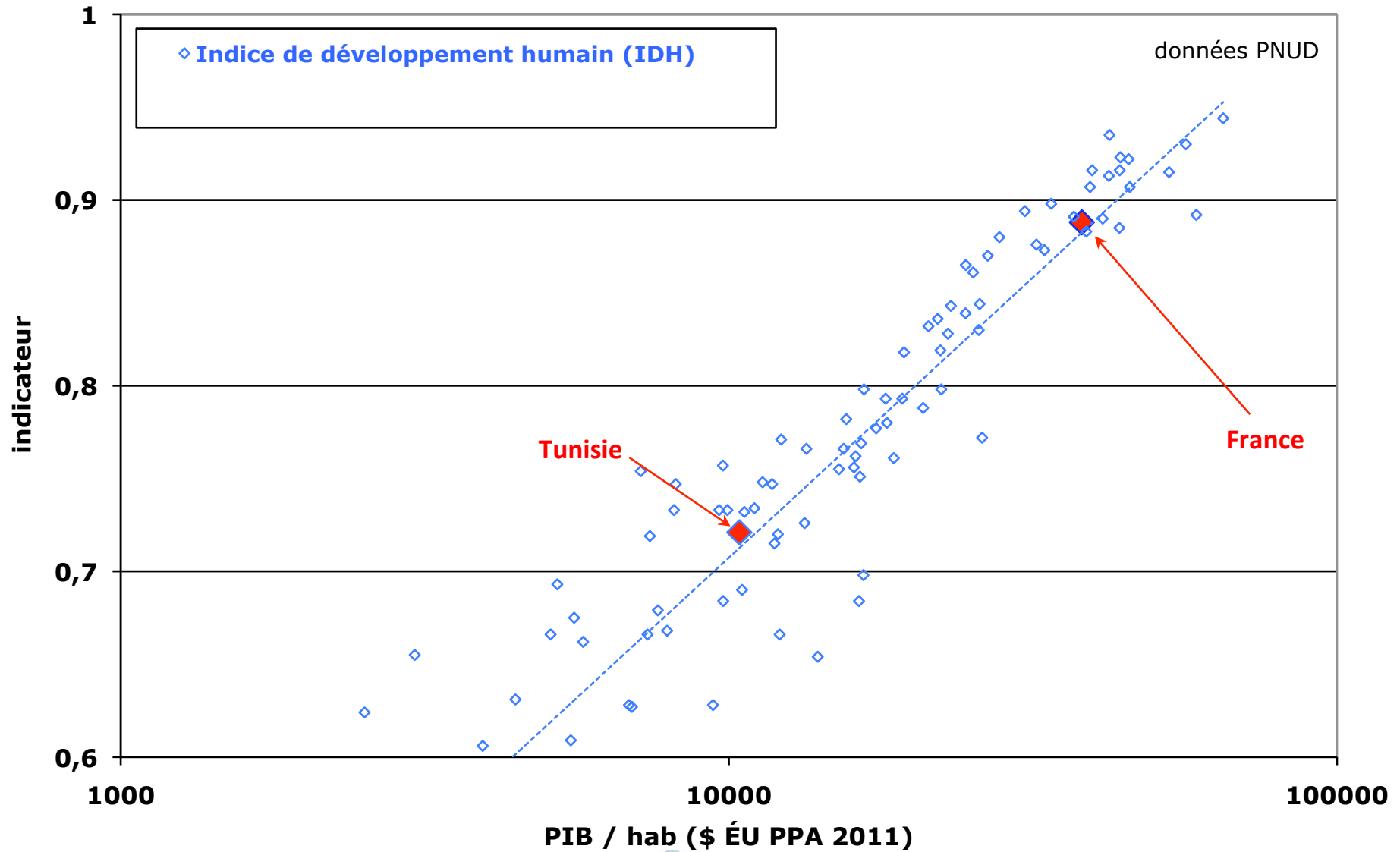
IDH et Indicateur de développement durable IDD4 / PIB



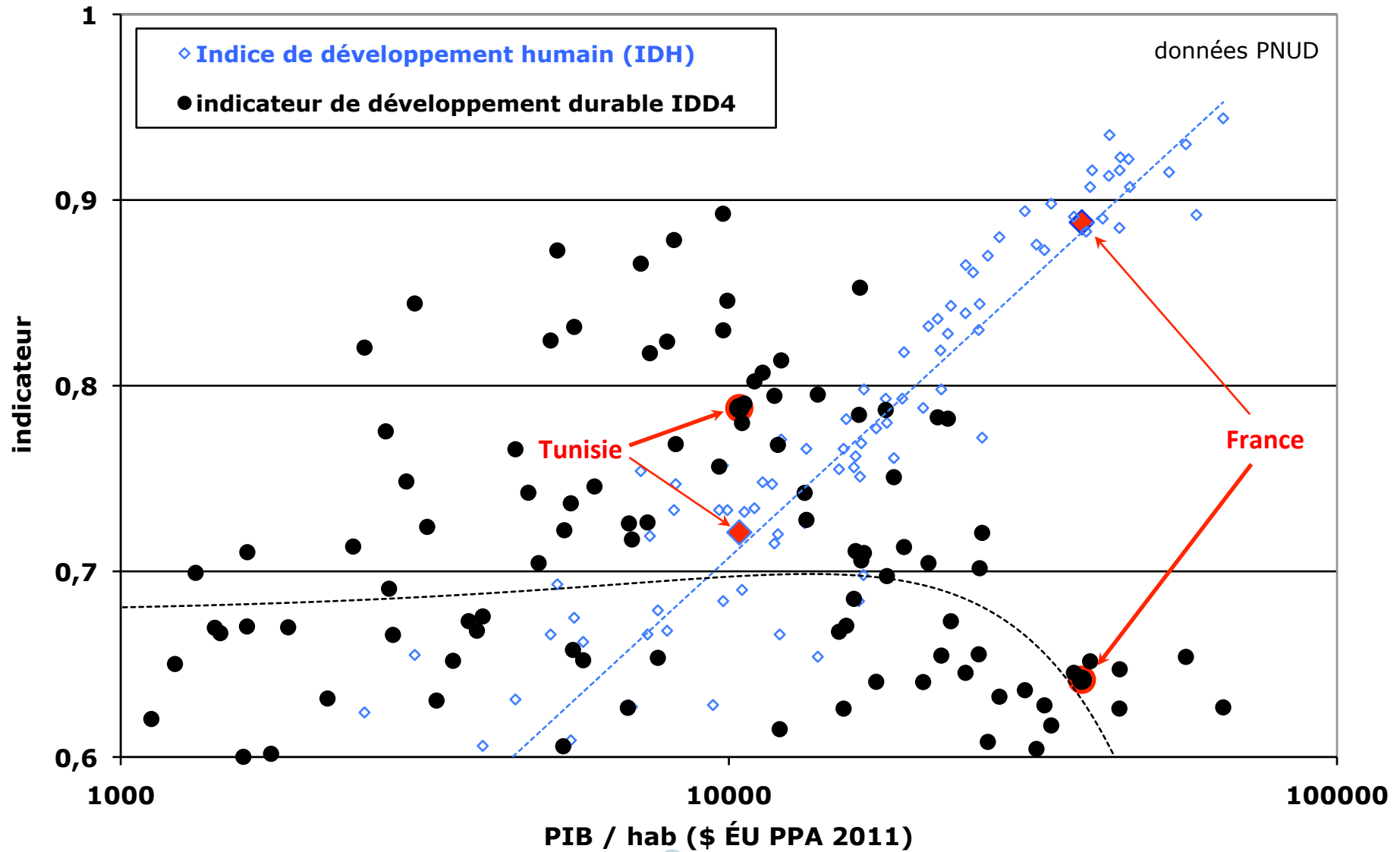
IDH et Indicateur de développement durable IDD4 / PIB



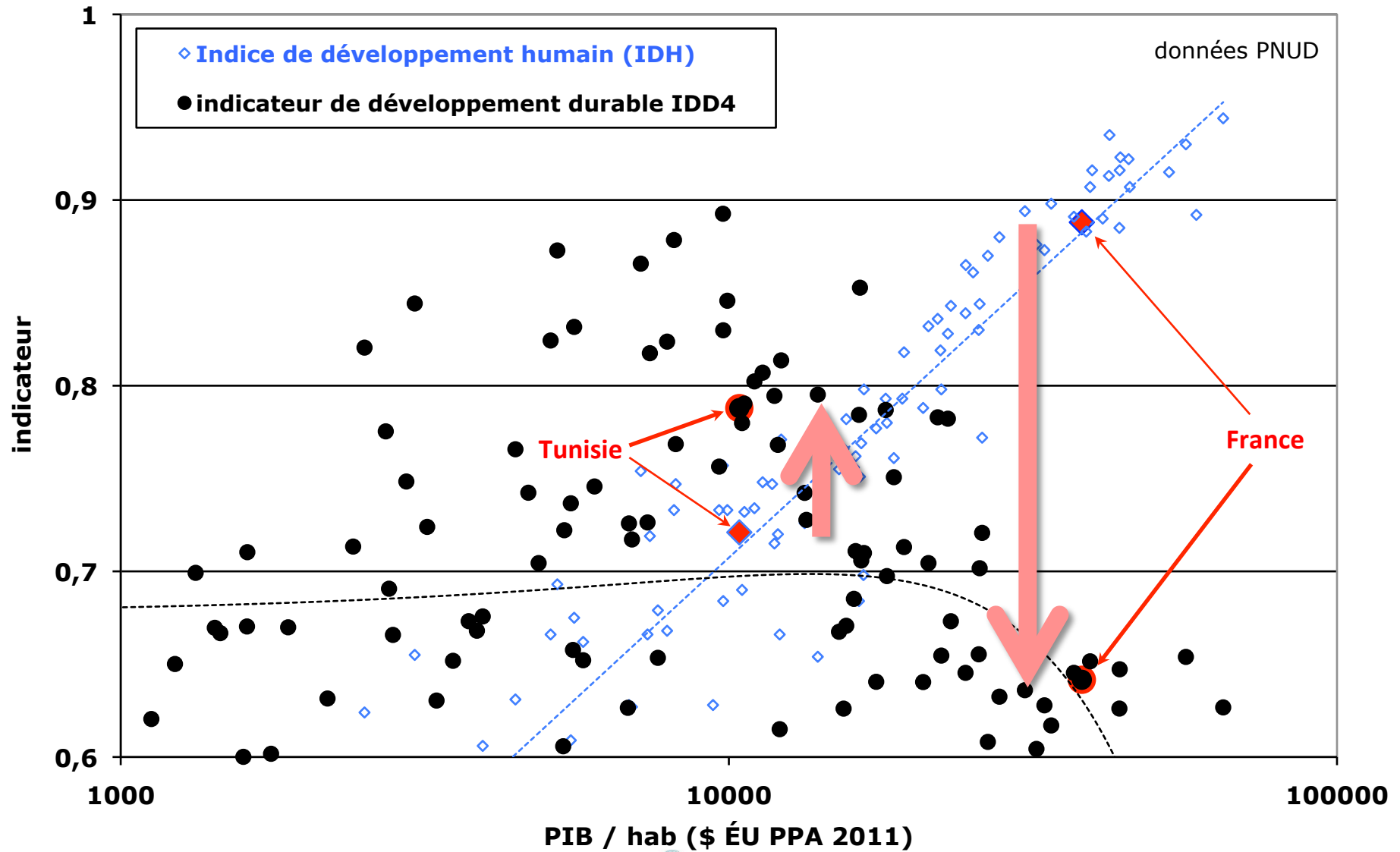
IDH et Indicateur de développement durable IDD4 / PIB



IDH et Indicateur de développement durable IDD4 / PIB



IDH et Indicateur de développement durable IDD4 / PIB



Conclusion

- Un indicateur *de quoi* ?
 - nécessité de très bien définir ce que mesure l'indicateur
 - oblige à une vision claire de son champ de recherche
- Un bon indicateur *synthétise* les connaissances
 - oblige à bien synthétiser l'ensemble des connaissances scientifiques = synthèse bibliographique
 - un bon sujet de thèse pour débiter dans un domaine
- Un indicateur doit *bien* indiquer
 - c'est-à-dire être compréhensible par des non spécialistes
 - c'est un outil d'aide à la décision, mais aussi un outil de recherche dans d'autres champs de recherche

Conclusion

- L'environnement comme le développement durable sont à l'intersection
 - de la connaissance scientifique
 - des débats de société
- Construire un indicateur d'impact environnemental ou de développement durable oblige
 - à situer son champ de recherche dans les débats de société
 - à intégrer des débats de société au sein de sa recherche
- C'est un travail de recherche directement utile
 - aux décideurs
 - aux chercheurs

Merci pour votre attention

