



Introduction à la métrologie et biométrie

Vaianesthésie



Salut jeune pioupiou !!! Moi c'est Vaïana (oui comme le Disney) aka Vaianesthésie sur le forum. Je serai l'une de vos tutrices de biostatistiques pour cette année. Cette matière c'est surtout **compréhension** et **entraînement** ! Si vous avez la moindre question, go forum ! *Mes explications/remarques seront en italique et de cette couleur. Je vous le signalerais aussi avec un emoji « 🌸 » et un encadré pour les explications un peu plus longues !*

Introduction à la métrologie et à la biométrie (TJR)

Sommaire :

- I. Définition
- II. Grandeurs et unités
- III. Incertitude et erreurs
- IV. Fidélité et justesse
- V. Variables
- VI. Codage numérique
- VII. Biométrie



I. Définition Désolé, je sais que ça fait liste de courses mais ça aide pour comprendre !

En médecine, beaucoup de décisions thérapeutiques sont prises en se fondant sur différentes sources d'informations. Par exemple, pour l'examen physique d'un patient, ce sont les 5 sens du médecin qui servent d'outils de mesure.

Métrologie : C'est la science de la mesure des états et des phénomènes.

Biométrie : mesure des phénomènes biologiques pour l'étude quantitative et/ou qualitative des êtres vivants. Parmi les principaux domaines d'application de la biométrie, on peut citer :

- L'agronomie, l'anthropologie
- L'écologie et la médecine

 *En gros, la biométrie c'est la métrologie appliquée au domaine du vivant (petit mémo piqué à ma vieille !).*

Mesurer : comparer une grandeur **inconnue** à une **référence** (de même nature, prise pour unité) dont la traçabilité est établie. Il faut avoir une référence, un étalon qui soit fiable.

Grandeur physique : attribut susceptible d'être **distingué qualitativement +++** et **déterminé quantitativement +++** = repérable et mesurable. (*Exemple : pression, température*).

 *En gros : grandeur physique = ce qu'on peut voir + ce qu'on peut mesurer*

INSTANT MÉMO : à prendre ou à laisser ! Si ça vous embrouille laissez tomber !

1 : Docteur Diagnostique (D.D) → Le médecin **distingue** les signes (qualitatif) et **détermine** la mesure (quantitatif).

2 : Distinguer (qualitatif) → ça se **voit**, ça s'identifie / Déterminer (quantitatif) → ça se **chiffre**.

3 : Un mémo un peu tiré par le chapeau que j'ai utilisé... J'ai transformé ça en formule magique style Harry Potter, oui oui ... lol. Pour prendre en compte un phénomène, il faut que l'on puisse le voir apparaître (qualitatif) et que l'on puisse l'évaluer précisément (quantitatif).

La formule magique est donc : « **Distinguaqual Déterminatus** » (*bon on se moque pas*)

4 : « On distingue avec les yeux, on détermine avec les chiffres (quantitatif) »

 Voilà plusieurs petits mémos à votre disposition, à prendre ou à laisser. Poursuivons !

Les grandeurs comparables forment des ensembles : masses, longueurs, capacités...

Unité : grandeur particulière choisie comme **référence**. Chaque unité est nommée, et un symbole lui est attribué (€, Ω...).

Étalonnage : ensemble des **opérations** établissant, dans des conditions spécifiées, la relation entre la **quantité** indiquée par un appareil ou un système de mesure et la **valeur vraie** de la variable mesurée réalisée par des étalons.

Exemple : *lorsqu'aucun poids n'est sur la balance, le poids est équivalent à zéro et lorsqu'un poids connu est ajouté à la balance, la valeur exacte du poids s'affiche.*

Mesure : valeur numérique accompagnée de son unité, toujours placée à droite.

(*Historique Fact : le "journal" était l'unité de superficie la plus utilisée sous l'Ancien Régime. Il s'agissait de la quantité de terre qu'une charrue pouvait labourer, ou qu'un homme pouvait travailler, ou la quantité de pré qu'il pouvait faucher, etc. en une journée.*)

II. Grandeurs et unités

En 1960, le **système international** (SI) d'unités s'instaure et remplace tous les systèmes précédents.

Les unités en usage ont été ramenées à des fonctions de **7 unités de base**, qui sont théoriquement indépendantes les unes des autres.

<u>GRANDEUR</u>	<u>UNITÉ</u>
Longueur (L)	Mètre (m)
Masse (M)	Kilogramme (kg)
Temps (t)	Seconde (s)
Courant électrique (i)	Ampère (A)
Température (T)	Kelvin (K)
Quantité de matière	Mole (mol)
Intensité lumineuse (I)	Candela (cd)

De ces unités de **base** dérivent des unités dites « **dérivées** », qui sont des combinaisons des unités de base.

Grandeur	Unité	Symbol e	Expression en fonctions des grandeurs fondamentales
Force	Newton	N	$\text{kg}\cdot\text{m}/\text{s}^2$
Travail et énergie	Joule	J	$\text{kg}\cdot\text{m}^2/\text{s}^2$
Puissance	Watt	W	$\text{kg}\cdot\text{m}^2/\text{s}^3$
Pression	Pascal	Pa	$\text{kg}/(\text{m}\cdot\text{s}^2)$
Fréquence	Hertz	Hz	s^{-1}
Charge électrique	Coulomb	C	$\text{A}\cdot\text{s}$
Potentiel électrique	Volt	V	$\text{kg}\cdot\text{m}^2/(\text{A}\cdot\text{s}^3)$
Résistance électrique	Ohm	Ω	$\text{kg}\cdot\text{m}^2/(\text{A}^2\cdot\text{s}^3)$
Capacité	Farad	F	$\text{A}^2\cdot\text{s}^4/(\text{kg}\cdot\text{m}^2)$
Champ magnétique	Tesla	T	$\text{kg}/(\text{A}\cdot\text{s}^2)$
Inductance	Henry	H	$\text{kg}\cdot\text{m}^2/(\text{s}^2\cdot\text{A}^2)$

III. *Incertitude et erreur*

a. Incertitude

$$x - dx < X < x + dx$$

X = Valeur vraie ; x = valeur lue, mesurée ; dx = incertitude de x

Erreur absolue : différence entre le résultat d'un mesurage et la valeur vraie de la grandeur physique. Elle s'exprime dans l'**unité de la mesure**.

$$e = |x - X|$$

Erreur relative : rapport entre l'erreur de mesure et la valeur vraie. Elle s'exprime en pourcentage.

$$er = \frac{e}{X}$$

b. Erreurs de mesure

Erreurs systématiques (ou biais) : erreurs **reproductibles**, reliées à leur cause par une loi **physique**, susceptibles d'être éliminées (correction par un calcul approprié).

Exemple : un thermomètre mal réglé qui affiche 1°C de trop à chaque mesure/une balance mal étalonnée qui affiche 10 grammes de trop à chaque mesure.

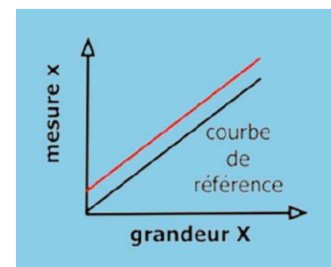
Erreurs aléatoires : erreurs **non reproductibles**, qui obéissent à des lois **statistiques** (hasard).

Exemple : la goutte de sueur du laborantin qui tombe dans la solution titrée.

Erreurs accidentelles : erreurs dues à une **fausse** manœuvre, à un mauvais emploi ou à un dysfonctionnement de l'appareil. **Elles ne sont pas prises en compte lors de la détermination de la mesure.**

Erreur de zéro (offset)

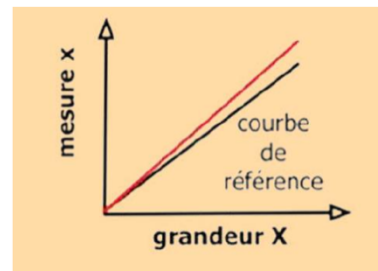
- Ne dépend **pas** de la valeur de la grandeur mesurée
- Erreur de zéro = valeur de x quand X = 0



🌸 Quand l'appareil affiche une valeur non nulle alors qu'on mesure du 0 → Toute la courbe est donc décalée mais la pente reste correcte.

Erreur d'échelle (gain)

- Dépend de façon **linéaire** de la valeur de la grandeur mesurée
- Erreur de gain (dB) = $20\log(x/X)$

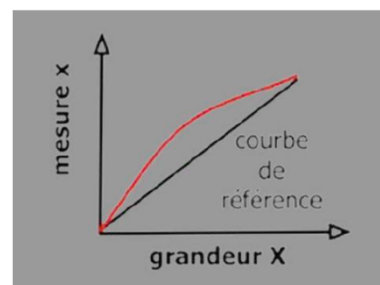


🌸 La pente de la mesure est mauvaise : l'appareil amplifie/atténue trop → + X grand = + erreur grande.

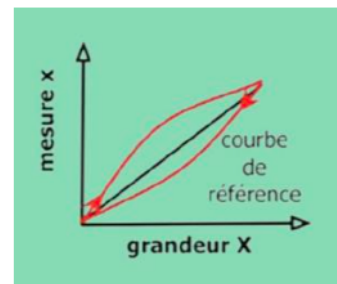
Erreur de linéarité :

- La caractéristique n'est **pas** une droite.

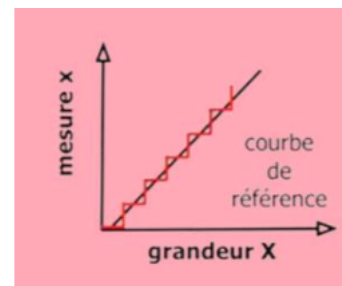
🌸 L'appareil réagit autrement selon la zone de mesure → impossible de corriger l'erreur avec juste un décalage ou un gain.

Erreur due au phénomène d'hystérésis :

- Il y a phénomène d'hystérésis lorsque le résultat de la mesure dépend de la précédente mesure.
- Par exemple : effet de viscosité

Erreur de mobilité :

- La caractéristique est en **escalier**
- Cette erreur est souvent due à une numérisation du signal (discrétisation d'une valeur continue en classes).



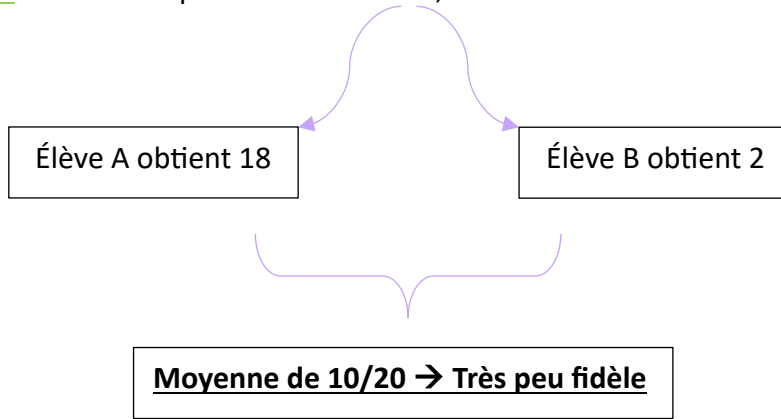
🌸 L'appareil change de la valeur par « marches » au lieu d'être continu → impossible de mesurer les petites variations.

IV. Fidélité et justesse

Fidélité : étroitesse entre une série de mesures et la moyenne des valeurs.

→ Donne une indication sur les erreurs **aléatoires**.

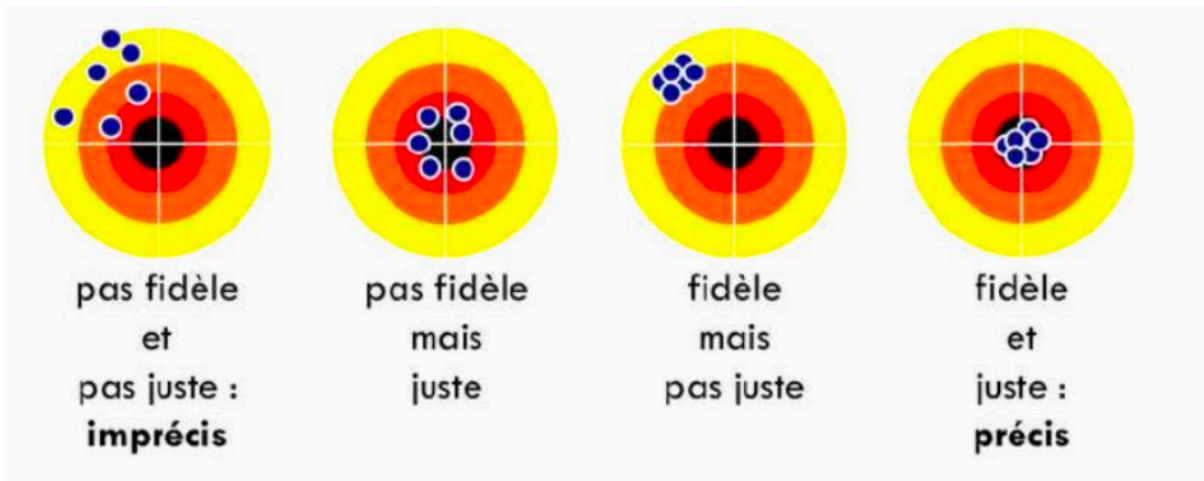
Exemple : Si 2 élèves passent un contrôle, on a 2 cas :



Justesse : étroitesse entre la valeur trouvée et la valeur de référence.

→ Donne une indication sur les erreurs **systématiques**.

Exemple : Si une balance est faussée, à chaque pesée, elle va systématiquement fausser les valeurs qui seront toujours loin de la vraie valeur.



🌸 Mesures éparpillées + loin de la vraie valeur

🌸 On vise bien la vraie valeur mais trop de dispersion

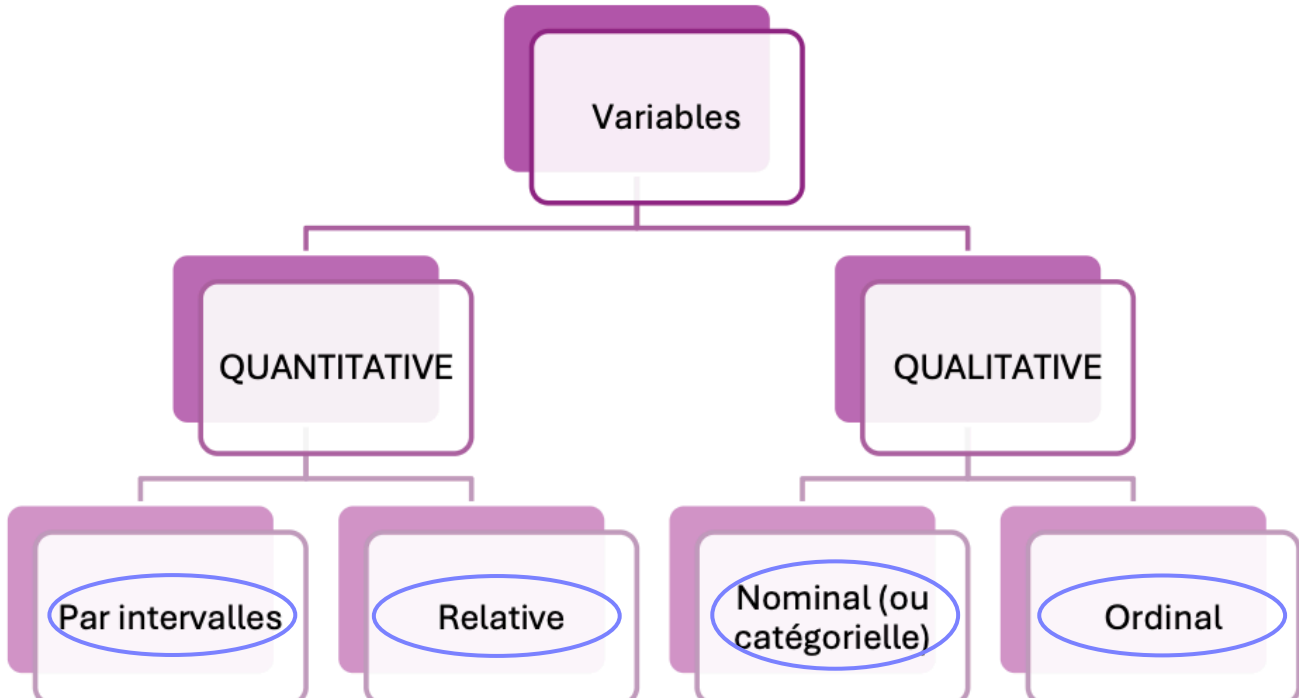
🌸 Mesures regroupées mais toujours décalées de la vraie valeur

🌸 Mesures regroupées et centrées sur la vraie valeur

V. Type de caractères

MORPHOLOGIQUE	PHYSIOLOGIQUE
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Métrique : mesurable par rapport à une unité déterminée. <i>Exemple</i> : taille, longueur du corps, poids en grammes, température ▪ Numérique : basé sur l'énumération et le décompte des différentes parties (dénombrables) <i>Exemple</i> : le nombre de ... (dents ou cigarette ...) 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Métrique : ils ont trait au fonctionnement de l'organisme, métrique ou unité arbitraire choisie. <i>Exemple</i> : dosage sanguin, pression artérielle, spirométrie ... ▪ Appréciation qualitative : unité arbitraire <i>Exemple</i> : adiposité, calvitie ...

VI. Variables



Les variables peuvent être classées en 4 catégories différentes selon leur **type d'échelle de variation**.

(🌸 J'ai récupéré le schéma de ma vieille qui est super bien fait !)

a. Classification des variables

<u>VARIABLES QUANTITATIVES</u>	<u>VARIABLES QUALITATIVES</u>
<p>Mesuré ou dénombré</p> <p><i>Exemple : taille, poids, nombre de cigarette fumé par jour ...</i></p>	<p>Ne peut pas être mesuré mais susceptible de classement.</p> <p>Binaire (oui/non) ou multiple</p> <p>Non ordonné : ex → <i>statut marital</i> OU</p> <p>Ordonné : ex → <i>gravité d'une maladie</i></p>

<u>INTERVALLE</u>	<u>RELATIVE</u>	<u>NOMINALE</u>	<u>ORDINAL</u>
Il existe une valeur nulle arbitraire	Le zéro n'est pas arbitraire et signifie l'absence ou la nullité	Les valeurs sont collectivement exhaustives et mutuellement exclusives (tout le monde peut être classé mais dans 1 seule catégorie)	Les valeurs sont classées en rang ou ordonnées selon un critère connu
La distance qui sépare 2 catégories est connue	Il existe une égalité d'intervalle et de rapports	L'ordre des catégories et les distances existantes entre elles sont ignoré et chaque valeur doit être bien définis	La distance existante entre 2 catégories adjacentes n'est pas connue et peut varier d'une paire de catégories à l'autre
<i>Ex : température mesurée en <u>°C</u></i>	<i>Ex : température mesurée en <u>Kelvin</u></i>	<i>Ex : Homme/Femme</i>	<i>Ex : <u>degrés de douleur</u> (pas mal/mal/très mal), score d'Apgar (= état initial d'un nouveau-né)</i>

b. Types de variables quantitatives

Il existe deux types de variables **quantitatives** :

- **Discrète (discontinue)** : ne prend que des valeurs **isolées**, généralement entières, appartenant à un certain intervalle. Valeurs issues d'un dénombrement. *Ex : nombre d'enfants, âge civil.*
- **Continue** : susceptible de prendre **toute** valeur dans un certain intervalle. Valeurs issues d'une **mesure**. Ex : poids, taille, distance âge réel...

VII. Codage numérique

Variable continue : On peut discrétiser une variable continue en la regroupant en classes, de manière **non** arbitraire. L'objectif est de conserver à la distribution sa forme générale : le découpage ne doit pas être ni trop fin ni trop large.

- S'il est trop **grossier** (faible nombre de classes) → perte d'information et schématisation extrême.
- S'il est trop **fin** (grand nombre de classes) → l'effectif de chaque classe et la répartition sont trop aléatoires.

Exemple : discrétisation de l'âge des individus en classe d'âge : 1) 0-2 ans ; 2) 2-6 ans ...

Variable nominale : le codage permet de **faciliter** le traitement informatique des données, mais il ne modifie **pas** la nature **qualitative** de la variable. *Exemple : 0 = homme ; 1 = femme.*

Variable ordinale : le codage permet de **désigner** la variable par un **nombre** ou un score, qui définit un rang/degré/niveau, et **non pas** une quantité objectivable. Ce nombre est moins arbitraire, car il montre une progression. En général, l'absence de caractéristique ou le niveau le plus **bas** est codé par un 0.

Exemple : satisfaction → 0 = non satisfait ; 1 = satisfait, 2 = très satisfait.

VIII. Biométrie

Il existe 3 grandes biométries :

- La biométrie **clinique** :
 - L'échelle de l'individu (*examen clinique, tension artérielle, tension oculaire ...*).
- La biométrie **biologique** :
 - Plus **petite** échelle → *cellule, molécule, etc...* (*liquides biologiques : sang, urines, fèces et hématologie*)
- La biométrie **composite** :
 - Indices cliniques → IMC, Indice de Karnofsky
 - Indices biologiques → Temps de Quick (= temps nécessaire à la coagulation du plasma), INR (= rapport entre le temps du malade sur celui du témoin).

🌸 Voilà pour ce cours d'introduction ! Bravo à vous d'être arrivé jusqu'à la fin 🙌 ! S'il y a des ajouts ou modifications quelconques, ne vous en faites pas je ressortirais la fiche actualisée le plus rapidement possible ! Si vous avez la moindre petite question → go forum ou discord !!!

J'en profite afin de vous souhaiter bon courage, vous êtes des battants. Je sais que c'est une année difficile, mais le jeu en vaut la chandelle comme on dit ! 🌸 Le semestre ne sera pas de tout repos mais vous allez gérer j'en suis sûre. La biostat est généralement une matière un peu mal perçue voire considérée comme relou. Je sais qu'elle est moins « médicale » que d'autres matières mais ça reste une matière importante, qui peut faire la balance, et surtout je vous assure qu'elle est grave rentable vu le nombre de QRU à l'exam !

Je suis sûre que vous allez l'apprécier avec le temps ! Moi et mes co-tuts (qui sont géniaux vous verrez) sommes là pour vous, ainsi que pour vous faire aimer et comprendre la biostat ! On vous fera le max de QRU afin que vous soyez des vraies machines de guerre le jour J. N'oubliez pas, aimez la biostat et elle vous le rendra !

En tout cas, n'hésitez surtout pas à me contacter si besoin sur Messenger, que ce soit pour des questions (privilégiez le forum tout de même afin que tout le monde puisse en profiter), des remarques sur la mise en page de la fiche de cours (positive ou négative, je prends tout !) ...

Voilà, désolé j'ai parlé à mort mdr. Prenez une petite pause bien méritée les pioupious. Mais tout de même, place aux dédis (mes premières 🙄).

L'HEURE DES DÉDIS !!

Je suis trop heureuse, mes premières dédis, j'ai attendu ce moment toute l'année !!!

Je vais commencer par une dédi au **tutorat** 🏆 ! C'est une super expérience, une aventure incroyable et je suis vraiment honorée de faire partie de cette grande famille ! Sans eux, je ne pense pas que je serai passé en P2, merci mille fois !

Dédi à mon **équipe de biostar** ✨ juste incroyable, à mes co-tuts Claudia, Iwan et Ophrane. Je suis super contente de faire mon mandat de tut avec vous ! Best team !

Dédi la plus importante à mes **parents**, sans eux je n'aurai pas réussi. Je ne les remercierai jamais assez pour tous les sacrifices qu'ils ont fait pour moi. Ils sont toujours là pour moi, même à 8000km. Bref je les aime d'amour (ils ne verront peut-être jamais cette dédi lol mais c'est important pour moi de le faire !)

Dédi particulière à mon **Tumiko d'amour**, même si on est loin, merci pour tout l'amour que tu me donne chaque jour, pour le soutien inconditionnel que tu m'apporte chaque jour ❤️.

Dédi à mes **amies**, sans qui j'aurai sombré ces dernières années : Nermine, Norhene, Lili, Lena, Hajer, Lola, Tamara. Vous savez déjà tout je vous aime d'amour.

Dédi ++ à mes **amis de LAS2** : Maissou ma star, Laure aka Lauredose votre tut de bioch, et j'en passe. Sans vous l'année aurait été sans couleurs. Nous avons réussi ensemble malgré les longues heures de TP/TD affreuses qu'on a subi mdr.

Dédi particulière à **Lili aka Li'éon** (une vieille de biophy) que j'ai rencontré en septembre. Vraiment, tu es une personne incroyable ne change jamais ! Tu m'as toujours tenu la main, reboosté, encouragé quand j'ai voulu lâcher. Tu as toujours écouté mes 1000 vocaux ultra giga long (sorry). Je ne peux que te dire MERCI !

Dédi à mon **ile aux fleurs** 🌸 (*Martinique*) où je suis actuellement en train de vous rédiger cette petite fiche.

Bon je ne vais pas débiller toutes mes dédis sur une seule fiche haha !

TOI PLOUPIOU QUI LIT TOUT CECI, RDV EN P2, JE SAIS QUE TU VAS Y ARRIVER !! ON NE LÂCHE RIEN !