

Calcul des volumes sanguins théoriques : état des lieux 28 ans après la publication par l'ICSH des formules de référence

Mailys Ragot

12^{ème} rendez-vous de la SoFRa - 8 et 9 juin 2023

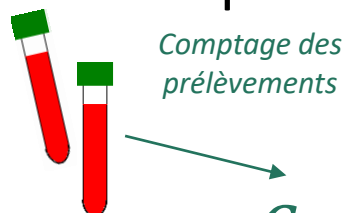
M. Ragot⁽¹⁾, A. Revy⁽¹⁾, M. Tempier⁽¹⁾, S. Levesque⁽¹⁾

(1) Unité de Radiopharmacie, Centre Jean Perrin, 58 Rue Montalembert, 63 000 Clermont-Ferrand

Contact : mailys.ragot@gmail.com

La mesure isotopique des volumes plasmatiques (VP) et globulaires (VG)

1. Principe de dilution : dilution homogène selon modèle cinétique monocompartimental fermé



Calculée à partir : poids de la seringue, masse volumique, mesure de l'activité volumique et mesure de l'activité restante après injection

$$\text{Concentration} = \frac{\text{quantité injectée}}{\text{volume}}$$

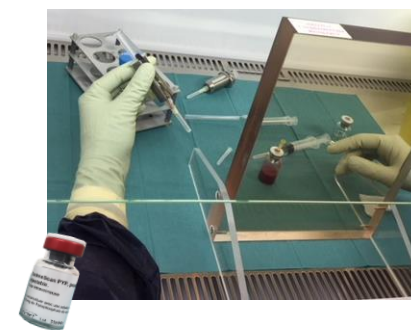
2. VP : ^{125}I -SARI albumine marquée à l'iode

MRP prêt à l'emploi, statut MDS

Posologie : 1,8 kBq/kg (max 180 kBq)

3. VG : Marquage des hématies au $^{99\text{m}}\text{Tc}$

Marquage cellulaire in vitro



Les formules de référence

Recommandations de l'ICSH de 1995 (1) sur l'interprétation des mesures du volume plasmatique et globulaire

	Hommes	Femmes
Volume globulaire (en L)	$\frac{1486 S - 825}{1000}$	$\frac{1,06 a + 822 S}{1000}$
Volume plasmatique (en L)	$\frac{1578 S}{1000}$	$\frac{1395 S}{1000}$

Avec S : surface corporelle selon Dubois (en m²) et a : l'âge (en années)

$$\text{Normes : } 75\% < \frac{\text{volume mesuré}}{\text{volume calculé}} (\%) < 125\%$$

→ Objectif : faire un état des lieux sur ces formules de référence par rapport à notre population et méthodologie actuelle

Matériel et méthodes

1. Cohortes de l'ICSH

- Méthodologie décrite par *Pearson et al.*¹
- Récupération des données brutes dans les différents articles sources²⁻⁷

2. Cohortes du Centre Jean Perrin (CJP)

- Étude rétrospective
- Données de janvier 2020 à décembre 2022

3. Analyse : Excel et R

- Représentations graphiques
- Tests du χ^2
- Tests de Wilcoxon

Volume globulaire

Cohortes de l'ICSH

hommes

- **283 hommes**
 - Âge médian : 30 ans
 - IMC médian : 23,0 kg/m²
 - SC médian : 1,90 m²

femmes

- **171 femmes**
 - Âge médian : 30 ans
 - IMC médian : 21,4 kg/m²
 - SC médian : 1,64 m²

Cohortes du CJP

- **298 hommes**
 - Âge médian : 60 ans
 - IMC médian : 27,7 kg/m²
 - SC médian : 2,00 m²

- **69 femmes**
 - Âge médian : 64 ans
 - IMC médian : 24,4 kg/m²
 - SC médian : 1,71 m²

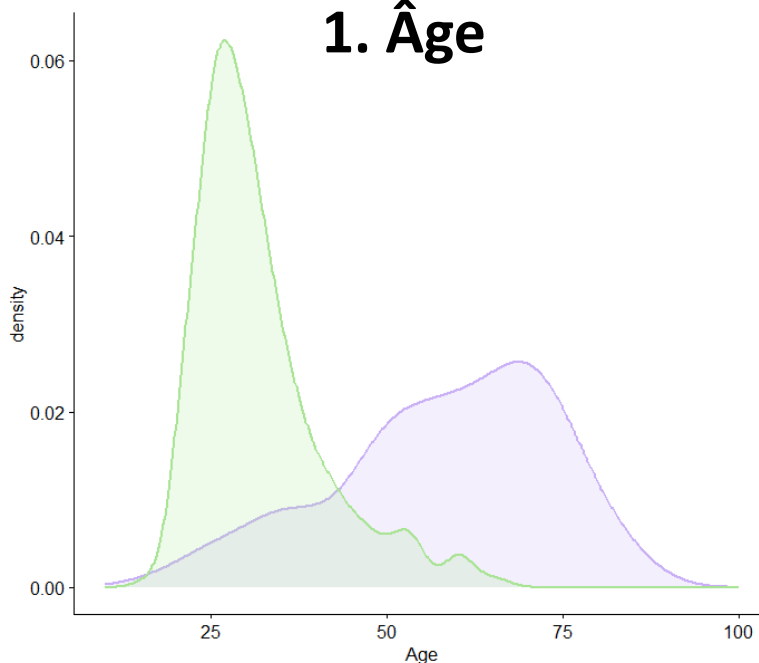
Volume globulaire - Hommes

█ Cohorte de l'ICSH

█ Cohorte du CJP

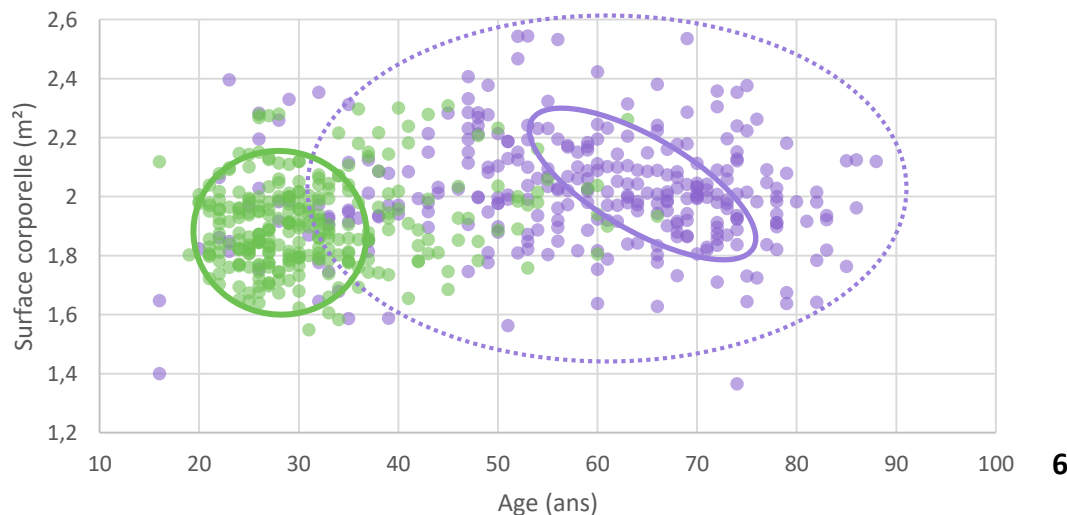
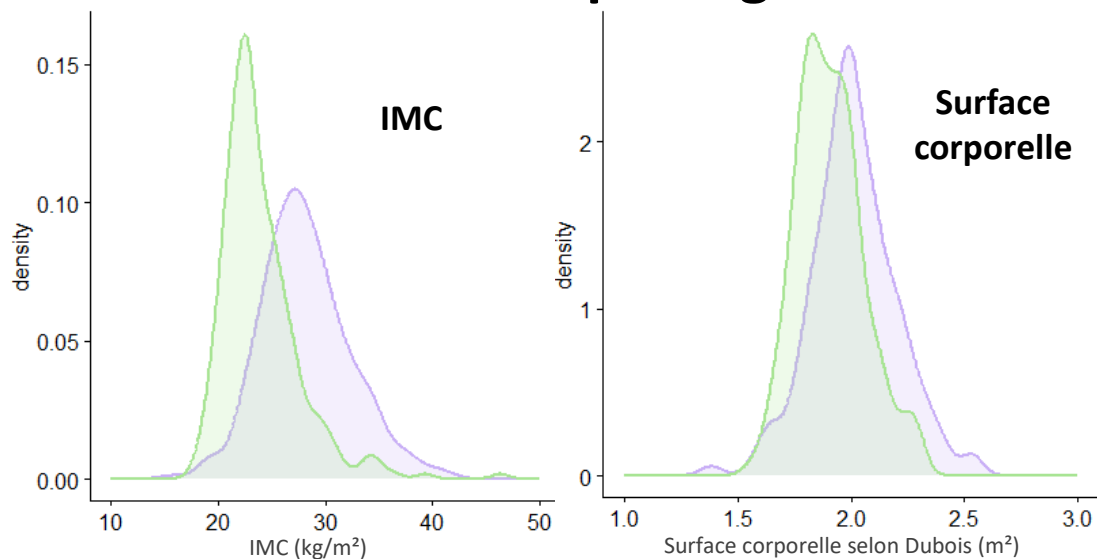
$$VG = \frac{1486 S - 825}{1000}$$

1. Âge



	ICSH	CJP
≤ 30 ans	161 (57%)	18 (6%)
31 – 50 ans	106 (37%)	69 (23%)
51 – 60 ans	13 (5%)	65 (22%)
61 – 70 ans	3 (1%)	74 (25%)
> 70 ans	0 (0%)	72 (24%)

2. Morphologie



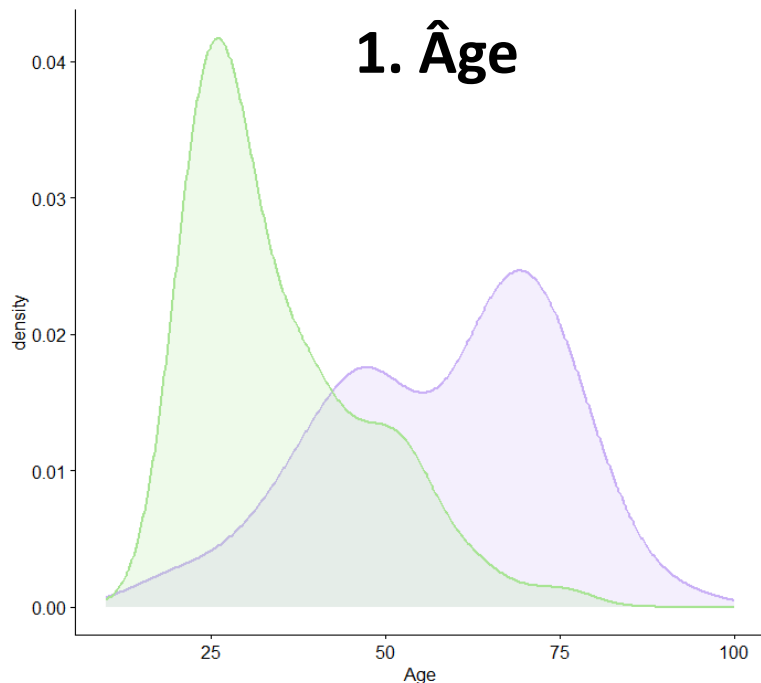
Volume globulaire - Femmes

$$VG = \frac{1,06 a + 822 S}{1000}$$

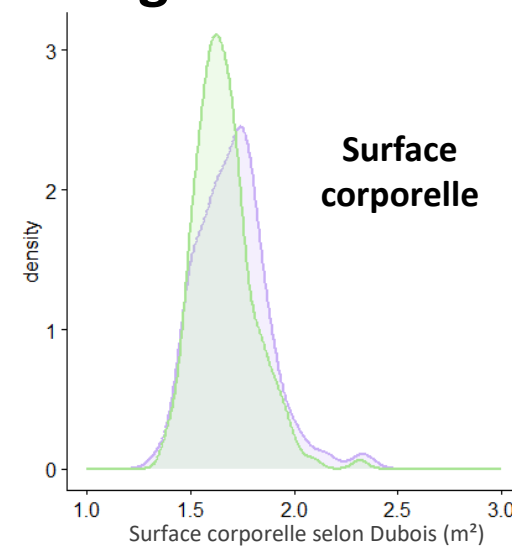
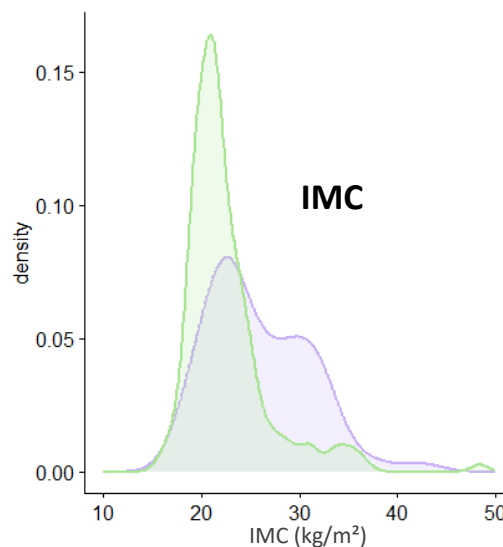
█ Cohorte de l'ICSH

█ Cohorte du CJP

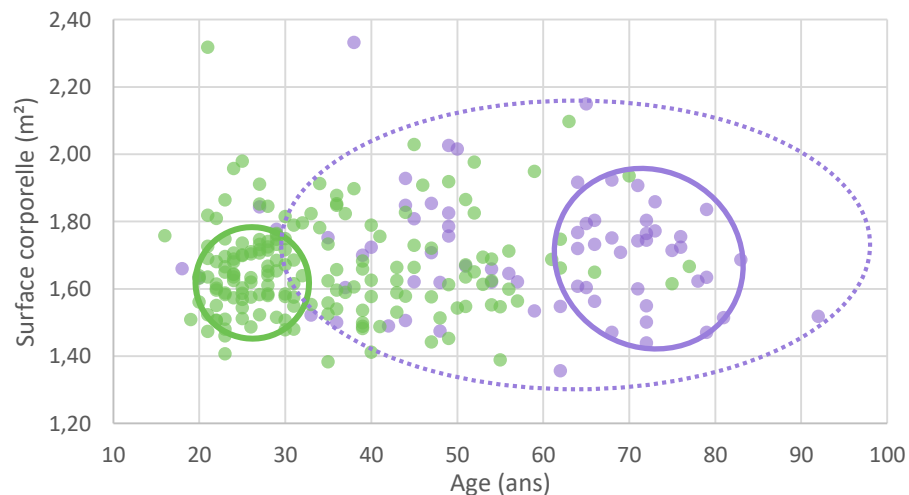
1. Âge



2. Morphologie



	ICSH	CJP
≤ 30 ans	88 (51%)	4 (6%)
31 – 50 ans	57 (33%)	22 (32%)
51 – 60 ans	18 (11%)	6 (9%)
61 – 70 ans	6 (4%)	16 (23%)
> 70 ans	2 (1%)	21 (30%)



Volume plasmatique

Cohortes de l'ICSH

hommes

- **100 hommes**
 - Âge médian : 24,5 ans
 - IMC médian : 23,6 kg/m²
 - SC médian : 1,91 m²

femmes

- **67 femmes**
 - Âge médian : 38 ans
 - IMC médian : 23,1 kg/m²
 - SC médian : 1,65 m²

Cohortes du CJP

- **224 hommes**
 - Âge médian : 60 ans
 - IMC médian : 27,68 kg/m²
 - SC médian : 1,99 m²

- **51 femmes**
 - Âge médian : 64 ans
 - IMC médian : 25,8 kg/m²
 - SC médian : 1,74 m²

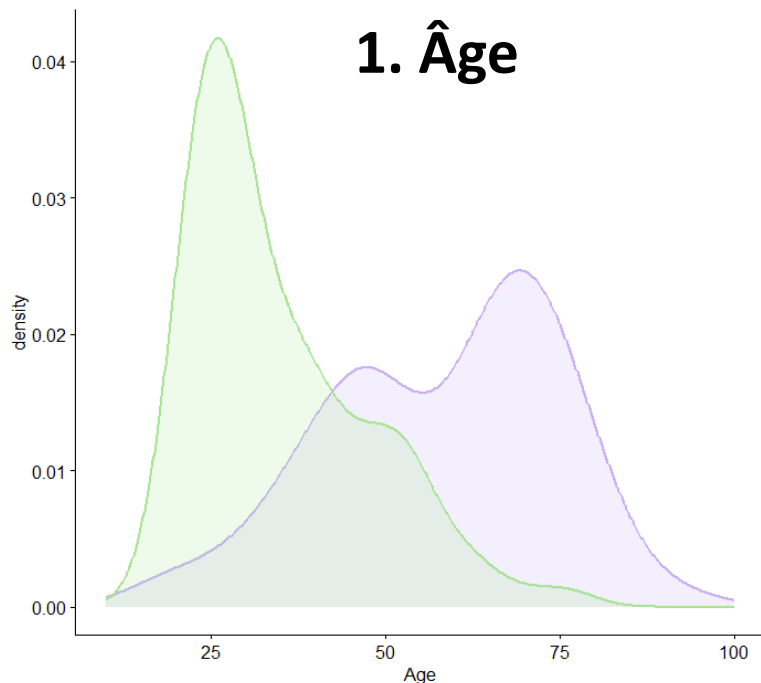
Volume plasmatique - Hommes

$$VP = \frac{1578 S}{1000}$$

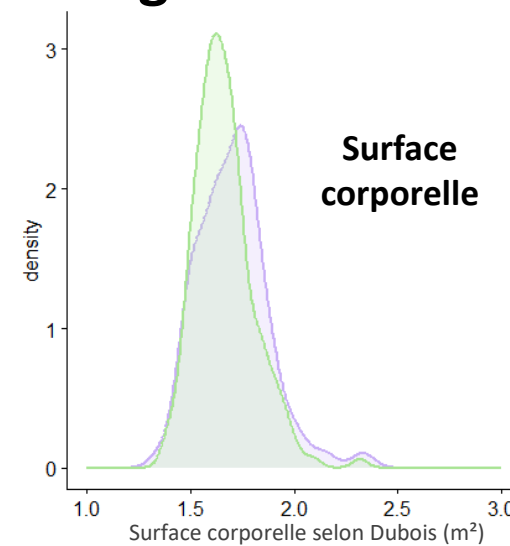
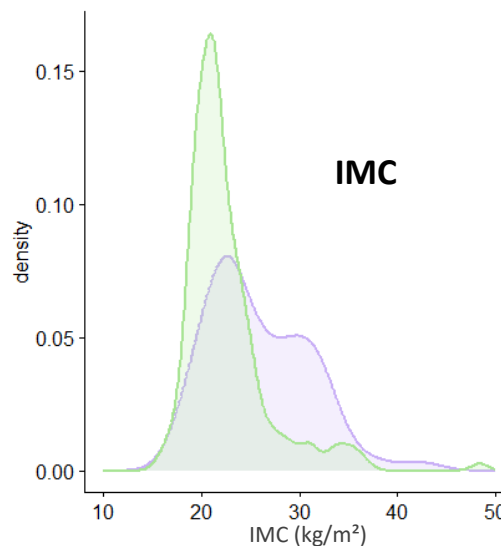
■ Cohorte de l'ICSH

■ Cohorte du CJP

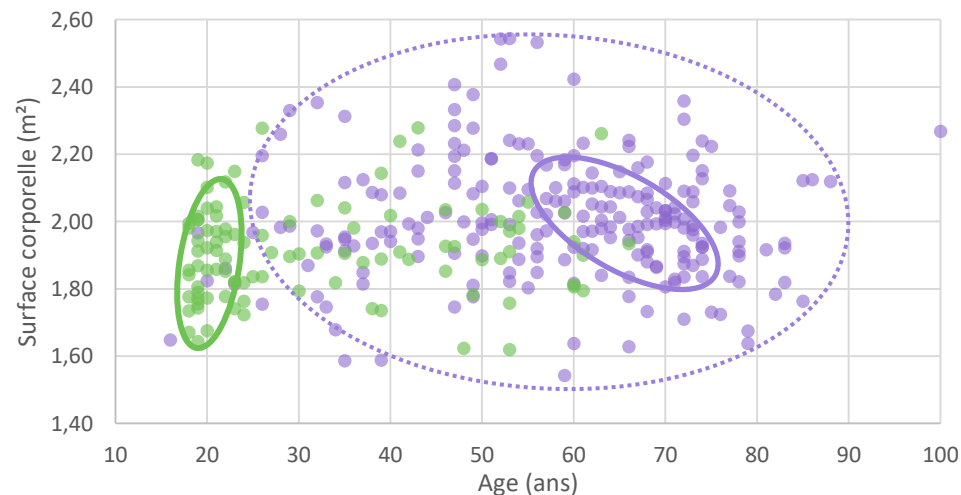
1. Âge



2. Morphologie



	ICSH	CJP
≤ 30 ans	59 (59%)	14 (6%)
31 – 50 ans	24 (24%)	55 (25%)
51 – 60 ans	13 (13%)	45 (20%)
61 – 70 ans	4 (4%)	55 (25%)
> 70 ans	0 (0%)	55 (25%)



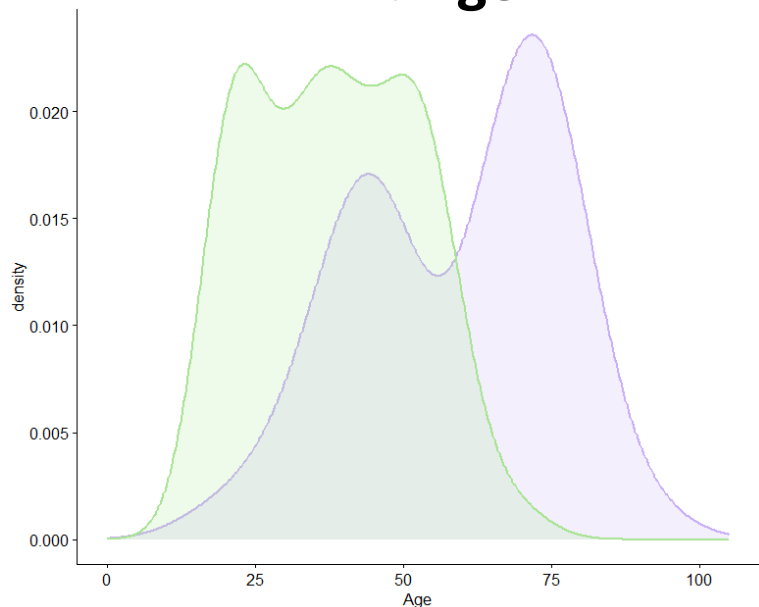
Volume plasmatique - Femmes

$$VP = \frac{1395 S}{1000}$$

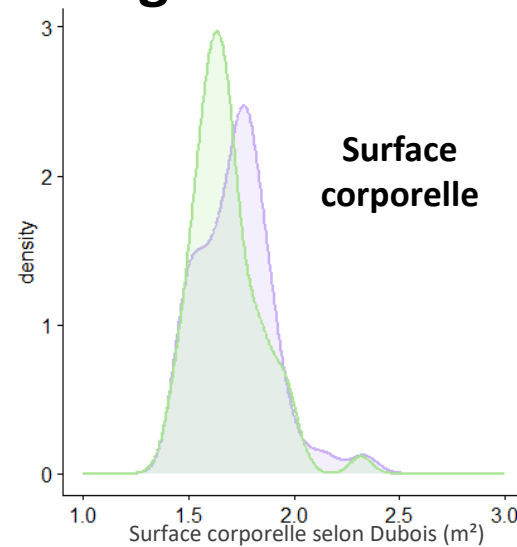
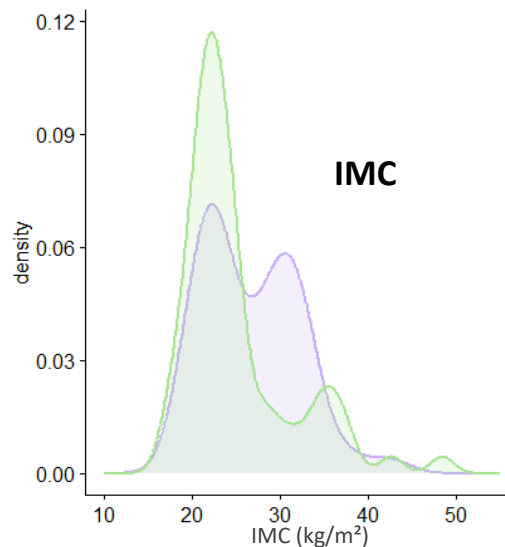
■ Cohorte de l'ICSH

■ Cohorte du CJP

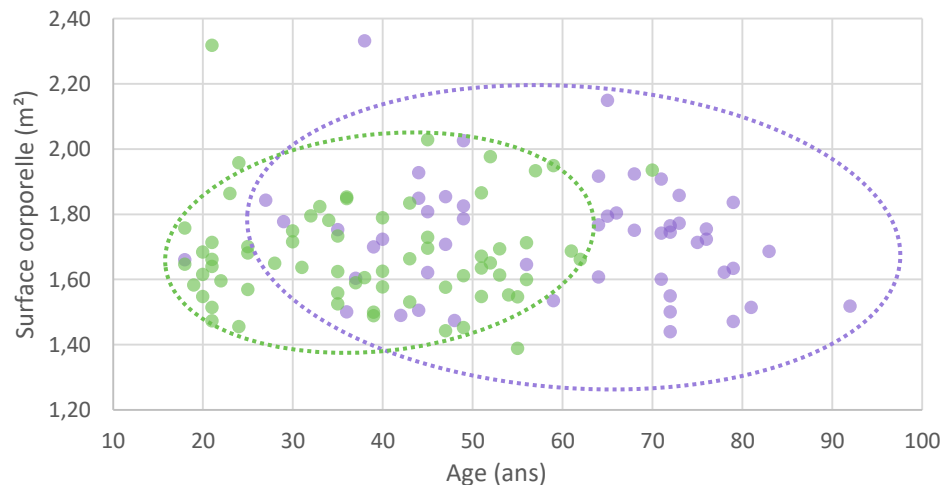
1. Âge



2. Morphologie



	ICSH	CJP
≤ 30 ans	22 (33%)	3 (6%)
31 – 50 ans	27 (40%)	18 (35%)
51 – 60 ans	15 (22%)	2 (4%)
61 – 70 ans	3 (5%)	8 (16%)
> 70 ans	0 (0%)	20 (39%)



Choix des variables

1. Surface corporelle selon Du bois

1. Formule de 1916
2. Conçue à partir des données de 9 « sujets »
3. Très remise en question

2. Intégration de l'âge ?

Manque de diversité d'âge dans les sujets inclus

→ Pourrait masquer l'impact de l'âge dans les autres cas

Méthodologie et techniques employées

Volume globulaire

- ICSH : marquage au ^{51}Cr
- Actuellement :
marquage au $^{99\text{m}}\text{Tc}$

Volume plasmatique

- ICSH : bleu d'Evans
- Actuellement :
albumine humaine
marquée à l'iode 125

Conclusion

1. Caractéristiques de nos populations actuelles **non représentées** dans la population utilisée pour concevoir les formules
 2. Formules théoriques se basant sur la **formule de Dubois pour la Surface Corporelle**, très remise en question et **non adaptée** à notre population
 3. **Évolution des techniques** utilisées
 - VG : $^{51}\text{Cr} \Rightarrow ^{99\text{m}}\text{Tc}$
 - VP : Bleu d'Evans $\Rightarrow ^{125}\text{I}$ -SARI
- **Remise en question des résultats rendus**
- **Nécessité de valeurs normales actualisées**

**Merci de votre attention ?
Avez-vous des questions ?**



Références bibliographiques

1. Pearson TC, Guthrie DL, Simpson J, Chinn S, Barosi G, Ferrant A, et al. Interpretation of measured red cell mass and plasma volume in adults: Expert Panel on Radionuclides of the International Council for Standardization in Haematology. Br J Haematol. 1995;89(4):748-56.

Sources pour les données de volume globulaire :

2. Huff RL, Feller DD. Relation of circulating red cell volume to body density and obesity. J Clin Invest. janv 1956;35(1):1-10.
3. Wennesland R, Brown E, Hopper J, Hodges JL, Guttentag OE, Scott KG, et al. Red cell, plasma and blood volume in healthy men measured by radiochromium (Cr51) cell tagging and hematocrit: influence of age, somatotype and habits of physical activity on the variance after regression of volumes to height and weight combined. J Clin Invest. juill 1959;38(7):1065-77.
4. Brown E, Hopper J, Hodges JL, Bradley B, Wennesland R, Yamauchi H. Red cell, plasma, and blood volume in the healthy women measured by radiochromium cell-labeling and hematocrit. J Clin Invest. déc 1962;41(12):2182-90.
5. Retzlaff JA, Tauxe WN, Kiely JM, Stroebel CF. Erythrocyte volume, plasma volume, and lean body mass in adult men and women. Blood. mai 1969;33(5):649-61.

Sources pour les données de volume plasmatique :

6. Hicks DA, Hope A, Turnbull AL, Verel D. The estimation and prediction of normal blood volume. Clin Sci. nov 1956;15(4):557-65.
7. Muldowney FP. The relationship of total red cell mass to lean body mass in man. Clin Sci. févr 1957;16(1):163-9.
5. Retzlaff JA, Tauxe WN, Kiely JM, Stroebel CF. Erythrocyte volume, plasma volume, and lean body mass in adult men and women. Blood. mai 1969;33(5):649-61.

Références bibliographiques

Surface corporelle :

8. Sawyer M, Stone RH, Du Bois EF. Clinical Calorimetry: Ninth Paper Further Measurements Of The Surface Area Of Adults And Children. Archives of Internal Medicine. 1916;XVII(6_2):855-62.
9. Du Bois D, Du Bois EF. Clinical Calorimetry: Tenth Paper A Formula To Estimate The Approximate Surface Area If Height And Weight Be Known. Archives of Internal Medicine. 1916;XVII(6_2):863-71.
10. Redlarski G, Palkowski A, Krawczuk M. Body surface area formulae: an alarming ambiguity. Sci Rep. 21 juin 2016;6(1):27966.
11. Shuter B, Aslani A. Body surface area: Du Bois and Du Bois revisited. Eur J Appl Physiol. 1 juin 2000;82(3):250-4.
12. Verbraecken J, Van de Heyning P, De Backer W, Van Gaal L. Body surface area in normal-weight, overweight, and obese adults. A comparison study. Metabolism. 1 avr 2006;55(4):515-24.
13. Zheng H. It Is Time to Abandon the Use of Body Surface Area Derived From a 100-Year-Old Formula. The American Journal of Medicine. 1 sept 2022;135(9):e308-10.

Bleu d'Evans :

14. Freinkel N, Schreiner GE, Athens JW. Simultaneous distribution of T-1824 and I131 labelled human serum albumin in man. J Clin Invest. févr 1953;32(2):138-48.
15. Leonard PJ, Banwell JG, Hall-Craggs M. The simultaneous measurement of plasma volume using evans' blue (t-1824) and 131 i-labelled human serum albumin. East Afr Med J. févr 1964;41:55-8.
16. Zipf RE, Webber JM, Grove GR. A comparison of routine plasma volume determination methods using radio-iodinated human serum albumin and Evans blue dye (T-1824). J Lab Clin Med. mai 1955;45(5):800-5.
17. Najean Y. Réévaluation de la méthode de calcul du volume globulaire et du volume plasmatique normal. Méd nucl (Paris). 1996;20(1):40-1.

Tests statistiques

Tests de Wilcoxon	VG – F	VG – M	VP – F	VP – M
Âge	$p < 0,001$	$p < 0,001$	$p < 0,001$	$p < 0,001$
Surface Corporelle	$p = 0,06$	$p < 0,001$	$p = 0,12$	$p < 0,001$
IMC	$p < 0,001$	$p < 0,001$	$p = 0,053$	$p < 0,001$

Tests de χ^2	VG – F	VG – M	VP – F	VP – M
Classes d'âge	$p < 0,001$	$p < 0,001$	$p < 0,001$	$p < 0,001$
Classes de Surface Corporelle	$p < 0,05$	$p < 0,001$	$p = 0,077$	$p < 0,001$
Classes d'IMC	$p < 0,001$	$p < 0,001$	$p = 0,064$	$p < 0,001$

Classes d'âge : < 20 ; [20-30] ; [31-40] ; [41-50] ; [51-60] ; [61-70] ; > 70

Classes de SC : < 1,7 ; 1,7-1,9 ; 1,9-2,1 ; > 2,1

Classes d'IMC : < 18,5 ; [18,5-25] ;]25-30] ; > 30



Manque de puissance
(ratio H/F = 4,4 dans notre population)