Ecomorfología de *Trisopterus luscus* (L. 1758), faneca: adaptación a la temperatura y asimetría fluctuante.

Peces, Gadiformes, Gadidae

Memoria para optar al grado de Doctor en Biología
presentada por

Ndiaga Thiam

Departamento de Ecología y Biología Animal
Facultad de Ciencias. Universidad de Vigo.

Ecomorphologie de *Trisopterus luscus* (L. 1758), tacaud: adaptation a la température et l'asymétrie fluctuante.

Peces, Gadiformes, Gadidae

Mémoire pour l'obtention du titre de Docteur en Biologie
présenté par

Ndiaga Thiam

Département de Ecologie et Biologie Animale
Faculté des Sciences. Université de Vigo.

Antonio Palanca Soler, profesor del Departamento de Ecoloxía e Bioloxía Animal de la Universidad de Vigo,

HACE CONSTAR que la presente memoria, titulada "Ecomorfología de *Trisopterus luscus* (L. 1758), Faneca: adaptación a la temperatura y asimetría fluctuante" y presentada por el licenciado D. Ndiaga Thiam para optar al grado de Doctor en Biología, ha sido realizada en el área de Zoología del Departamento de Ecología y Biología Animal bajo mi dirección, cumpliendo las condiciones exigidas para su presentación, la cual autorizo.

Fdo. Dr. Antonio Palanca Soler

En Vigo, a 1 de Octubre de 2004

SOMMAIRE:

RESUMEN EN ESPAÑOL

I.- INTRODUCTION

I.1.- Généralités
I.2.- Objectives
I.3.-Description, distribution, biologie, etc. de *Trisopterus luscus* (tacaud)
I.3.1.- Taxonomie
I.3.2.- Distribution
I.3.3.- Description
1.3.4.- Ecologie y Biologie
I.4.- Caractéristiques des zones d'échantillonnage
I.4.1.- L'Océan Atlantique
I.4.1.1.- Géographie de l'Océan Atlantique
I.4.1.2.- Résumé des caractéristiques physico-chimiques de l'Atlantique.
I.4.2.- La Méditerranée
I.4.2.1.- Géographie de la Méditerranée
I.4.2.2.-Résumé des caractéristiques physico-chimiques de la Méditerranée
I.4.3.- Sites d'étude

II.-ANTECEDENTS

II.1.- Ostéologie
II.1.1.- Ostéologie de poissons
II.1.2.- Ostéologie de *Trisopterus luscus*
II.1.3.- Ostéométrie de poissons
II.2.- Etudes réalisées sur le tacaud, *Trisopterus luscus*
II.3.- Adaptation
II.3.1.- Adaptation aux conditions du milieu
II.3.2.- La respiration
II.4.-Asymétrie fluctuante
II.4.1.- Plan général de l'étude de l'asymétrie fluctuante
II.4.2.- Etats des faits sur l'asymétrie fluctuante
II.4.3.- Organismes en milieux contaminés
II.4.4.- Caractères utilisés dans l'étude de la asymétrie fluctuante
II.4.5.- Mesure des Asymétries fluctuantes
II.4.6.- Travaux utilisant l'asymétrie fluctuante
II.4.6.1.- Généralités
II.4.6.2.- Cas des poissons
II.5. Méthodologie: Utilisation des rayons X

III.- MATERIEL ET METHODES

III.1.- Provenance du matériel
III.2.- Préparation du matériel.
III.3.- Description des variables y caractères mesurés

III.3.1.- Description des variables
III.3.2.- Caractères mesurés
III.4.- Prise de mesures
III.4.1.- Digitalisation
III.4.2.- Diagrammation
III.4.3.- Mesures
III.5.- Traitement des données pour l'étude de l'adaptation
III.5.1.- Valeurs considérées dans le traitement des données
III.5.2.- Processus de traitement et d'exposition des données
III.6.- Traitement des données pour l'étude de l'asymétrie fluctuante
III.6.1.- Valeurs considérées dans le traitement des données
III.6.2.- Calcul de l'asymétrie fluctuante
III.6.3.- Processus de traitement et d'exposition des données

IV.-RESULTATS ET DISCUSSION DE L'ETUDE DE L'ADAPTATION

IV.1.- Valence, juillet 2003
IV.1.1.- Statistiques descriptives, échantillons de Valence, valeurs absolues (type a)
IV.1.2.- Analyse factorielle à partir des valeurs type b et type c
IV.1.2.1.- Variance totale expliquée, valeurs moyennes absolues (type b)
IV.1.2.2.- Variance totale expliquée, valeurs moyennes relatives (type c)
V.1.2.3.- Résumé de la matrice de composants, valeurs moyennes relatives (type c)
IV.1.3.- Analyse discriminante en utilisant les valeurs des premiers composants (à partir des données type c)
IV.1.4.- Analyse factorielle en utilisant les valeurs moyennes relatives et catégorisées (type d)
IV.1.4.1.- Analyse factorielle à partir des valeurs type d
IV.1.4.2.- Résumé de la matrice de composants, valeurs moyennes relatives et catégorisées (type d)
IV.1.5.- Analyse discriminante en utilisant les valeurs moyennes relatives et catégorisées (type d)
IV.2.- Vigo(1), juillet 2003
IV.2.1.- Statistiques descriptives, échantillons de Vigo (1), valeurs absolues (type a)
IV.2.2.- Analyse factorielle à partir des valeurs type b et type c
IV.2.2.1.- Variance totale expliquée, valeurs moyennes absolues (type b)
IV.2.2.2.- Variance totale expliquée, valeurs moyennes relatives (type c)
IV.2.2.3.- Résumé de la matrice de composants, valeurs moyennes relatives (type c)
IV.2.3.- Analyse discriminante en utilisant les valeurs des premiers composants (à partir des données type c)
IV.2.4.- Analyse factorielle en utilisant les valeurs moyennes relatives et catégorisées (type d)
IV.2.4.1.- Analyse factorielle à partir des valeurs type d

IV.2.4.2.- Résumé de la matrice de composants, valeurs moyennes relatives et catégorisées (type d)
IV.2.5.- Analyse discriminante en utilisant les valeurs moyennes relatives et catégorisées (type d)
IV.3.- Vigo (1)-Valence, juillet 2003
IV.3.1.- Etude comparative des matrices de composants, échantillons de Valence et de Vigo (1) séparés
IV.3.2.- Matrice de compoants, échantillons de Vigo-Valence confondus, valeurs moyennes relatives (type c)
IV.3.3.- Discussion
IV.4.- Andalucie, mai 2004
IV.4.1.- Statistiques descriptives, échantillons d'Andalucie, valeurs relatives à la longueur totale (type c)
IV.4.2.- Analyse factorielle des valeurs type c
IV.4.2.1.- Variance totale expliquée, valeurs moyennes relatives (type c)
IV.4.2.2.- Résumé de la matrice de composants, valeurs moyennes relatives (type c)
IV.4.3.- Analyse discriminante en utilisant les valeurs des premiers composants (à partir des données type c), et la taille comme variable de sélection
IV.5.- Vigo(2), mai 2004
IV.5.1.- Statistiques descriptives, échantillons de Vigo (2), valeurs relatives à la longueur totale (type c)
IV.5.2.- Analyse factorielle des valeurs type c
IV.5.2.1.- Variance totale expliquée, valeurs moyennes relatives (type c)
IV.5.2.2.- Résumé de la matrice de composants, valeurs moyennes relatives (type c)
IV.5.3.- Analyse discriminante en utilisant les valeurs des premiers composants (à partir des données type c), et la taille comme variable de sélection
IV.6.- Andalucie, Vigo et Valence
IV.6.1.- Etude comparative des matrices de composants, échantillons de Valence, d'Andalucie et de Vigo séparés
IV.6.2.- Matrice de compoants, échantillons de Vigo-Valence-Andalucie confondus, valeurs moyennes relatives (type c)
IV.6.3.- Discussion
IV.7.- Discussion des résultats de l'adaptation à la température

V.-RESULTATS ET DISCUSSION DE L'ETUDE DE L'ASIMETRIE FLUCTUANTE

V.1.- Valence, juillet 2003
V.1.1.- Estatistiques descriptives, échantillons de Valence, analyse de variances
V.1.2.- Résumé des asymétries de la population de Valence en utilisant les groupes de taille
V.2.- Vigo(1), juillet 2003

V.2.1.- Estatistiques descriptives, échantillons de Vigo (1), analyse de variances
V.2.2.- Résumé des asymétries de la population de Vigo (1) en utilisant les groupes de taille
V.3.- Vigo (1)-Valence, juillet 2003
V.3.1.- Comparaison des asymétries entre Vigo (1) et Valence
V.3.2.- Discussion: Valence-Vigo (1)
V.4.- Andalucie, mai 2004
V.4.1.- Estatistiques descriptives, échantillons d'Andaluciee, analyse de variances
V.4.2.- Résumé des asymétries de la population d'Andalucie en utilisant les groupes de taille
V.5.- Vigo (2), mayo 2004
V.5.1.- Estatistiques descriptives, échantillons de Vigo (2), analyse de variances
V.5.2.- Résumé des asymétries de population de Vigo (2)
V.6.- Andalucie, Vigo y Valence
V.7.-Discussion générale

VI.- DISCUSSION GENERALE DES RESULTATS

VII.-CONCLUSIONS

VIII.-BIBLIOGRAPHÍE

ANNEXE : LAMES (PHOTOS)

JE

DEDIE

CE

TRAVAIL

A LA MEMOIRE DE MON PERE
Très tôt arraché de notre affection, le souvenir de vos qualités de responsabilités, de reconnaissance et de discrétion nous incite à la perfection.

A MA MERE
Ce travail est le fruit de vos innombrables efforts, de prières , de soutien et de conseils éclairés qui m'ont toujours guidé dans la vie. Il est l'expression de nos sincères remerciements pour l'éducation inculquée, le témoignage de ma gratitude et de mon attachement à vous.
Puisse ce travail être le début de la récompense de vos sacrifices.

A MA GRAND-MERE IN MEMORIUM
Vous avez oeuvré jusqu'à vos derniers jours pour que nous soyons respectueux et reconnaissants à l'égard de tout le monde. Eternels regrets.

A MA FEMME MAME FALL MBOW
Notre profond amour représente pour moi une source intarissable d'inspiration et de force.

A MES FRERES, SŒURS, A TOUS LES MIENS
Je réitère ici l'expression de mon profond attachement.

AVANT-PROPOS

Ce présent travail est une œuvre commune, qu'il me soit donc permis de remercier tous ceux qui nous ont apporté leurs concours.

Je remercie MAE et AECI pour m'avoir donné la bourse qui m'a permis de réaliser ce travail dans les plus favorables conditions.

Je dois beaucoup aux Professeurs Ben S. Toguebaye et Antonio Palanca Soler. Nous avons toujours admiré vos qualités pédagogiques, votre courtoisie et votre compréhension. Veuillez trouver ici l'expression de ma profonde estime.

Je suis redevable aux Professeurs Yagamaré Fall et Lyse Clotilde Bâ pour l'ensemble de vos conseils et de votre compréhension.

Je sais gré à Mamadou Demba, Momar, Ousmane, Herve, Souleymane pour l'aide pratique et les conseils qui m'ont facilité la tâche.

Je remercie tous les habitants de San Juan del Flumen (Sariñena, Huesca, Espagne) pour leur soutien et leur compréhension.

RESUMEN EN ESPAÑOL

RESUMEN EN ESPAÑOL:

Los peces ocupan un lugar esencial en el ecosistema litoral. Se encuentran en todos los niveles de la redes troficas marinas y dulceaquícolas, desde la del consumidor primario, como el mújol, hasta la del gran carnívoro, como la barracuda o la trucha. Los peces tienen la particularidad de adaptarse a condiciones ambientales muy fluctuantes y heterogeneas. Los peces desarollan estrategias adaptativas del tipo de las morfológicas, anatomicas o fisiológicas. Como poikilotermos, el resultado de su adaptación se refleja en perpetuos ajustes fisiológicos y anatómicos ligados a las variaciones termicas de su ambiente.

En la mayoría de los peces que no han sido modificados artificialmente para su cría, la estrategia de adaptación frente a los factores ambientales, en particular la temperatura, no son bien conocidos y por lo tanto no pueden utilizarse para acuicultura.

Además, El rápido crecimiento de la agricultura y de la industria ha obligado a los organismos a encarar cambios ambientales que tienen su origen en la exposición a contaminantes, como metales pesados y residuos de pesticidas, destrucción de hábitats o modificaciones en éstos, incremento de salinidad, alteraciones en la temperatura y variaciones en el nivel del mar.

Estas perturbaciones ambientales pueden ser muy estresantes para el desarrollo normal de los organismos e incluso ser causa de la extinción de muchas especies.

El estrés se define como el resultado de cualquier alteración en el ambiente normal de un organismo que interrumpa el "estado estable". Las respuestas de un organismo al estrés están bien definidas y se han reunido bajo el nombre de "síndrome general de estrés" (SEYLE, 1956).

Los factores y parámetros que se usan habitualmente en estudios de identificación de poblaciones sujetas a estrés antes de que éste tenga un efecto perjudicial sobre ellas son de dos tipos: por un lado, los cambios en la estructura de la comunidad, diversidad de especies, densidad y abundancia relativa; la mayor dificultad que se encuentra en su uso es que en el momento en que se detectan alteraciones en estos factores es ya demasiado tarde para remediar el impacto ambiental (CLARKE, 1993 b). Por otro lado, tenemos parámetros vitales tales como supervivencia, fecundidad, éxito reproductor, etc.., cuyo conjunto recibe el nombre de *fitness* (adecuación, eficacia biológica o eficacia). Ahora bien, la medición directa de cambios en estos parámetros es difícil, costosa y muchas veces impracticable.

Por tanto se vio la necesidad de desarrollar y aplicar un sistema indicador, susceptible de ser utilizado en el control biológico, que mida los efectos del estrés originado por agentes y procesos naturales o antropogénicos, antes de que los cambios en los parámetros vitales sean evidentes (CLARKE, 1994), es decir, un sistema de detección precoz utilizable en la monitorización y control de tensiones ambientales. Después de esta detección pueden llevarse a cabo otros estudios para medir la severidad y extensión del impacto e identificar las causas que lo producen.

Los sistemas de detección precoz no son programas de biocontrol en sí mismos, pero sí son un primer paso esencial para un enfoque integral del biocontrol (CLARKE, 1994, 1993 c).

Un método que cumple esta necesidad es la evaluación de la estabilidad del desarrollo, que se define como la habilidad de un organismo para aislar su desarrollo de perturbaciones ambientales que provocan estrés y así producir una forma ideal en un ambiente determinado (LEARY y ALLENDORF, 1989).

En este concepto subyacen los procesos que aseguran la constancia fenotípica por medio de la amortiguación de los efectos sobre el desarrollo de perturbaciones inducidas genética o ambientalmente (WADDINGTON, 1942).

La estabilidad del desarrollo no es un concepto reciente, ya que se formuló en los años veinte, pero el grueso de los trabajos, incluido un primer libro que recoge una recopilación (MARKOW, 1994) datan de los últimos veinte años.

El uso potencial de la medida de la estabilidad del desarrollo en los estudios de conservación fue reseñado por primera vez por LEARY y ALLENDORF (1989), que llamaron la atención sobre las relaciones entre la estabilidad del desarrollo y el estrés, mencionando muy por encima la relación entre la estabilidad del desarrollo y los parámetros vitales (*fitness*). CLARKE (1995 a), desarrolla la teoría de que la estabilidad del desarrollo es una medida indirecta del *fitness* y como tiene una gran sensibilidad potencial y es comparativamente más fácil de medir que este último, tiene una aplicación considerable como sustituto de otras estimaciones en el control y conservación de la fauna.

Para todas las razones y siguiendo las pautas de investigaciones del laboratorio de Anatomia Animal de la Facultad de Ciencias Biologicas y del Mar de la Universidad de Vigo, hemos elegido la faneca, *Trisopterus luscus*, una especie salvaje que juega un papel muy importante en la vida socio-economica de las poblaciones, para estudiar su adaptación a la temperatura y su asimetría fluctuante y facilitar asi en un futuro su cria en cautividad a efectos comerciales.

El estudio ha sido llevado a cabo en 2003 y 2004 y ha sido efectuado en tres poblaciones atlanticas (dos de la Rias de Vigo y una de las costas de Andalucia) y una población mediterranea (de la costas de Valencia).

Los objetivos de este presente trabajo son:

- estudiar el impacto ambiental marino en el desarrollo de *Trisopterus luscus* mediante la asimetria fluctuante;
- estudiar la adaptabilidad anatomíca de la especie frente a la heterogeneitad de las condiciones fisico-quimicas (y particularmente la temperatura) de su ambiente;
- facilitar en un futuro su cria a efectos comerciales.

I. ESPECIE ESTUDIADA: Descripción, distribución, biología, etc.

I.1.- Taxonomía (fuente: Cohen et al. (1990)

Tipo: Vertebrados
Super clase: Peces
Clase: Ostréictios
Sub clase: Actinoptérigios
Super orden: Teleostéos
Orden: Gadiformes
Familia: *Gadidae*
Genero: *Trisopterus*
Especie: *luscus* (Linneaus, 1758)

I.2.- Distribución

La faneca se encuentra al este del Atlantico desde las islas Britanicas y Skagerrak hasta las costas oeste de Africa, incluso las islas Offshore. Esta especie existe también en el Mediterraneo occidental.

I.3.- Descripción

Es un pez que presenta un cuerpo bastante ovalado y ligeramente comprimido. Tiene 3 aletas dorsales y 2 aletas anales, todas provistas de radios blancos; la primera aleta dorsal destaca bruscamente. Las aletas pectorales tienen en su base una mancha oscura. Las radios anteriores de las aletas pélvicas son alargados.

Su coloración dorsal es de un castaño cobrizo, que al moverse, cuando el pez se dobla, se convierte en un amarillo pardusco. La parte ventral es blanca. Los lados son cobrizos con 4 a 5 franjas verticales oscuras distintas.

La cabeza está caracterizada por ojos grandes, una mandíbula superior y una mandíbula inferior con un potente barbillón. La mandíbula superior es mas larga que la inferior.

El tamaño máximo es de 46 cm y 2,5 kg de peso, pero los tamaños medianos más corrientes son aproximádamente de 15 cm.

I.4.- Ecología y Biología

La faneca, *Trisopterus luscus* es un pez marino de climas templados (62˚N - 20˚N), costero, bento-pelagico y no migratorio que se encuentra desde las aguas poco profundas (30 m) hasta los 300 m. La especie es más abundante a la profundidad de 100 m.

Es gregaria y vive cerca del fondo, sobre zonas rocosas o en las cercanías de zonas arenosas formando bancos compactos de ejemplares de una talla similar. Los jóvenes que llegan a los estuarios tienen una velocidad de crecimiento elevada posiblemente debido a la disponibilidad de alimento.

Durante la época reproductora se desplazan a zonas someras de 50 – 70 m donde efectúan la puesta de hasta 400.000 huevos por hembra.

El periodo de puesta va de diciembre a abril (principalmente marzo y abril) en el Atlántico y de enero a julio en el Mediterráneo.

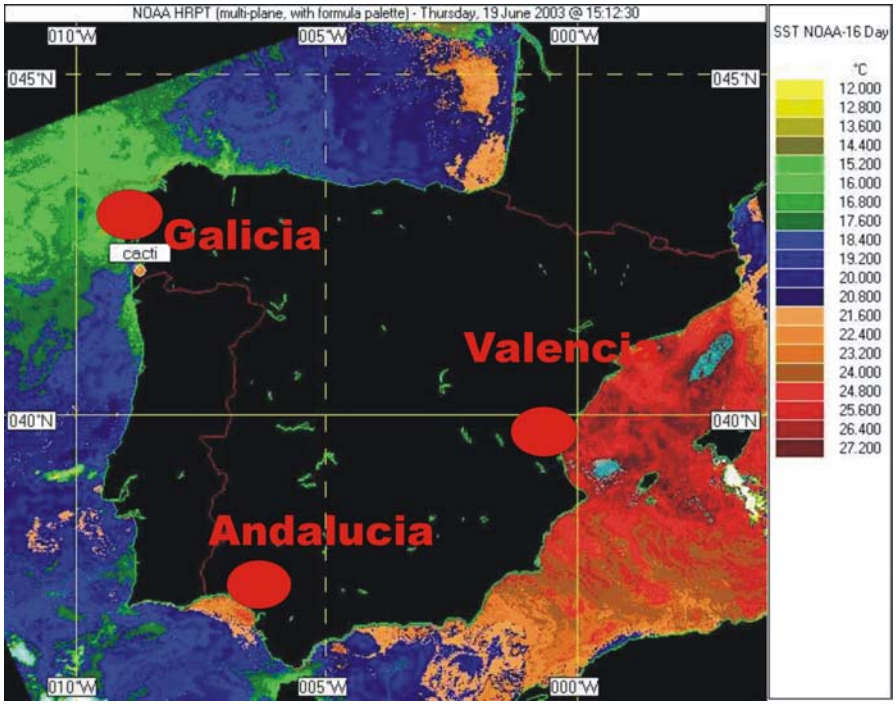
La edad reproductora y la longitud son de 1,7 años y 22,0 cm. para las hembras y de 1,8 años y 23,4 cm para los machos. Durante la estación de reproducción, el desarrollo de los oocitos es asincrónico, lo que hace difícil la estimación de la fecundidad. Esta fecundidad total es función del tamaño, del peso del pez, del peso de las gónadas y de la edad.

Los huevos son pelágicos y de pequeño tamaño (1 mm aproximadamente). El crecimiento de los alevines es muy rápido durante el primer año para relentizarse después. La edad máxima es de 5 años y la reproducción ocurre al fin del primer año. El crecimiento es rápido durante la primavera pero débil durante los meses de invierno.

Se alimentan de pequeños crustáceos, moluscos, poliquetos y de otros pequeños peces como los góbidos. Comen también diatomeas.

Algunos estudios han mostrado que la Faneca puede ser utilizada como indicador de la calidad del agua, siendo abundante esta especie cuando hay mucho oxígeno y temperaturas bajas.

II.- CARACTERÍSTICAS DE LAS LOCALIDADES DE MUESTREO:



Mapa 1: Localidades del estudio

En el Atlantico, generalmente las temperaturas son débiles a medianas y varían entre 15 y 20º aunque en algunos focos pueden alcanzar las 22-23º como es el caso de las costas de Andalucía (035-040º N y 005-010º W). En las costas de Galicia (040-045º N y 005-010º W) las temperaturas fluctúan entre 15 y 16º.

En el Mediterráneo, las temperaturas son más elevadas que las del Atlántico y varían de 21 hasta 25-26 º como es el caso de las costas de Valencia (035-040º N y 000-005º W) con temperaturas entre 24 y 26º.

III.- MATERIAL Y METODOS:

III.1.- Procedencia del material

El número de ejemplares capturados fue:

a) en la Ría de Vigo, 40 (julio del 2003) más 50 (mayo del 2004)

b) en las costas de Andalucia, 50 (mayo 2004)

c) en las costas de Valencia, 30 (julio 2003).

Los exemplares fueron seleccionados al azar, tomando en consideración todos los tamaños, de entre los pescados por pescadores profesionales, que incluyen sólo animales jóvenes de tamaño medio y adultos.

Posteriormente, los ejemplares fueron congelados y etiquetados parar su conservación.

III.2.- Preparación del material

Para obtener cada uno de los huesos fue practicada la disección de los ejemplares, sumergiéndolos en agua caliente (durante aproximadamente cinco minutos).

La disección fue realizada siguiendo criterios topográficos y atendiendo a las unidades esqueléticas, con instrumental adecuado y en el siguiente orden: aleta dorsal anterior, aleta dorsal media, aleta dorsal posterior, aleta anal anterior, aleta anal posterior, vértebras abdominales, vértebras caudales, aleta caudal, cinturas escapular et pélvica con sus aletas respectivas, suspensorio con opérculo y subopérculo, mandíbula superior et mandíbula inferior, barra hiodea y radios branquióstegos, arcos branquiales y por último el neurocráneo.

En todos los casos la disección se realizó utilizando una lupa binocular de 20 aumentos. Los huesos fueron conservados en eppendorfs.

Después de haber obtenido todas las piezas, las identificamos basándonos en obras de autores como Miller (1973a), Birdsong (1975), Rojo (1976, 1987), Ruiz et Yáñez-

Arancibia (1978), Vandewalle (1977, 1978), Morales et Rosenlund (1979), De la Hoz et Chardon (1984), De la Hoz et Aldunate (1985), Vignes et Garcia (1987), Hosoya et Jeon (1989), Simonovic et Nikolic (1996), Galansky Roper (1997), etc..

III.3.- Descripción de las variables y caracteres medidos

III.3.1.- Descripción des piezas óseas

Para la nomenclatura de los huesos, hemos adoptado la de Gregory (1933), Birdsong (1975) y de Rojo (1976, 1985, 1988 y 1991).

Se han confeccionado fichas con la descripción de los elementos óseos. En cada ficha hemos considerado las partes siguientes:

III.3.2.- Caracteres medidos

Hemos medido 137 carateres por pez (ver laminas en anexo).

III.4.- Toma de medidas

III.4.1.- Digitalización

Las imágenes de las piezas óseas han sido digitalizadas mediante una máquina de fotos incorporada a una lupa binocular y también por medio de un aparato de rayos X conectado a un ordenador.

III.4.2.- Diagramación

La obtención de imágenes digitalizadas nos ha permitido confeccionar láminas donde se han marcado mediante flechas las cotas a medir y ha sido establecida una posición para cada tipo de hueso: lo que corresponde a la diagramación de las imágenes.

Estas láminas han sido preparadas al principio de este trabajo y nos ha servido de referencia para la obtención de las medidas del conjunto de los huesos de todos los peces.

III.4.3.- Medidas

Para cada pez, antes de proceder a la disección, hemos determinado su longitud total que corresponde a su mayor dimensión antero-posterior desde la extremidad de la mandíbula superior hasta la extremidad de los rayos más largos de la aleta caudal, basándose en el método de FAO (1982).

Después de la disección y la identificación de los huesos, digitalización y diagramación de sus imágenes, las dimensiones marcadas han sido directamente medidas sobre la pantalla del ordenador por medio de una regla de precisión de 1 mm basándose en las técnicas de medida de Morales et Rosenlund (1979).

Estas dimensiones corresponden ya sea a la longitud, la anchura, la altura, el diámetro, el radio o ya sea a la distancia entre huesos.

Para la medida de cada elemento óseo, la misma posición desde la digitalización ha sido respetada y la misma referencia ha sido fijada en 7,7 cm.

Para cada pez, hemos realizado 126 medidas para los huesos pares y 11 para los impares. Esto supone 137 medidas por pez, y un total de 23290 medidas para el conjunto de nuestros 170 ejemplares.

Las medidas se han realizado utilizando el software Corel Draw.

III.5.- Procesamiento de datos para el estudio de la adaptación a la temperatura

III.5.1.- Valores considerados en el procesamiento de datos

Se han considerado los siguientes valores tipo:

- Valores absolutos derecha e izquierda (a)

- Valores absolutos tomando la media de las medidas pares (b) a partir de a

- Valores relativos respecto a la longitud total del animal (c) a partir de b que se calculan de la manera siguiente:
  Valore relativo (hueso x) = (longitud hueso * 100) / longitud total del pez

- Valores categorizados tomando como referencia la desviación típica (d) a partir de c.

Hay que notar que todo lo largo del procesamiento de datos, el software utilizado fue el SPSS 12.0.

III.5.2.- Procesos de tratamiento y de exposición de los datos

Se exponen en los resultados los siguientes procesos de datos para el estudio de cada una de las poblaciones muestreadas:

- Estadísticos descriptivos para cada una de las variables consideradas (tipo a) con el número de muestras, el valor máximo, el valor mínimo, la media, la desviación típica, y la varianza. Lo que nos permitirá de ver las variaciones de cada variable dentro el grupo.

- Análisis factorial de los valores tipo b y tipo c, con una tabla de explicación de la varianza y una tabla resumida de la matriz de componentes para el tipo c. Esta análisis nos permitirá de clasificar los variables dentro subconjuntos, de ver sus correlaciones y las más importantes en la adaptación del pez.

- Utilizando los valores de los primeros componentes principales (a partir de los datos tipo c) guardados como nuevas variables que explican mas del 70% de la varianza, hacemos un discriminante considerando la variable longitud, categorizada en 4 rangos obtenidos considerando la desviación típica, como variable de agrupación. Se presentan los autovalores, la Lambda de Wilks, la

matriz de estructura y un gráfico. Este análisis va a permitirnos saber las principales variables que discriminan más los individuos.

Para el estudio comparativo de las poblaciones estudiadas, hemos hecho una tabla comparativa a partir de los resúmenes de la matriz de componentes obtenida a partir de los valores medios relativos (tipo c).

- La categorización de las variables ha sido conjunta en caso de las muestras de Valencia y Vigo 1 (julio del 2003), mientras que se ha hecho de forma independiente en las muestras de Vigo 2 y Andalucía (mayo del 2004). Esto tendremos que tenerlo en cuenta para sacar conclusiones.

- Analisis factoriales y discriminantes para la comparación de las localidades

III.6.- Procesamiento de datos para el estudio de la asimetria fluctuante

III.6.1.- Valores considerados

Los valores tipo que han sido considerados son los siguientes:

- Valores absolutos derecha (De) y izquierda (Iz) (a).

- Valores absolutos tomando la media derecha y izquierda (b) a partir de a.

- Valores relativos con respecto a la longitud total del pez (c) à partir de b.

III.6.2.- Calculo de la asimetria fluctuante

Para la evaluación de la asimetria fluctuante (AF), hemos utilizado las formulas de Palmer (1994). Asi, la asimetría fluctuante A_i para un solo carácter esta expesada de la manera siguiente:

$A_i = | De_i – G_i |$

Con D_i = medida de le pieza derecha y Iz_i = medida de la izquierda

Para cada pieza, la medida de le pieza derecha esta fijada a cien por cien y la de la izquierda esta expresada en función de la derecha. Lo que da:

$A_i = | 100\% - (100 * Iz_i) / De_i |$

Para cada individuo, la asimetria fluctuante esta dada por la expressión siguiente:

$A_i = \sum | De_i – Iz_i |$ dicho de otra moda $A_i = \sum | 100\% - (100 * Iz_i) / De_i |$

Para todos los individuos de la muestra, la asimetría fluctuante corresponde a la suma de cada individuo dividida por el número de individuos constituyendo la muestra. Lo que da:

$$AF = \sum (A_i) / N$$

Con N igual al número total de individuos de la muestra.

III.6.3.- Procesos de tratamiento y de exposición de datos.

Se exponen en resultados los siguientes procesos de datos para el estudio de cada una de las poblaciones muestreadas:

- Estadísticos descriptivos para cada una de las variables consideradas (tipo a) con el número de muestras, el valor máximo, el valor mínimo, la media, la desviación típica, y la varianza
- Tablas con las asimetrías totales de cada variable, tablas comparativas de las asimetrías de los peces grandes y pequeños.
- Graficos comparativos.
- Analisis discriminantes.

IV.-RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Tabla 4: Resumen de la matriz de componentes, valores medios relativos (tipo c), muestras de Valencia

Valencia	Componente
Anchura total neurocranea	2
Altura vertebra 10	1
Altura vertebra 17	-4
Altura hiomandibular	1
Altura operculo	1
Anchura vertebra 1 en vista lateral	1
Anchura arriba dentario	1
Anchura articular	1
Anchura cleitro	6
Anchura cuadrado	2
Anchura debajo dentario	1
Anchura interoperculo	1
Anchura lacrimal	1
Anchura nasal	-6
Anchura palatino	1
Anchura postemporal	1
Anchura premaxilar	1
Anchura preopercular	1
Anchura prevomer	1
Anchura suboperculo	1
Anchura supracleitro	1
Diametro cuerpo 10 vertebra	6
Distancia eje-extremo parietal	5
Distancia eje-extremo pterotico	-8
Distancia eje-esfenotico	3
Distancia esfenotico-pterotico	-3
Longitud arco branquial	1
Longitud radio branquiostego 1	1

Longitud vertebra 1 en vista lateral	1
Longitud arco branquial 2	1
Longitud radio branquiostego 2	1
Longitud arco branquial 3	1
Longitud radio branquiostego 3	1
Longitud arco branquial 4	1
Longitud radio branquiostego 4	1
Longitud arco branquial 5	1
Longitud radio branquiostego 5	1
Longitud radio branquiostego 6	1
Longitud radio branquiostego 7	1
Longitud arco hial	6
Longitud articular	-3
Longitud cleitro	2
Longitud coracoides	1
Longitud cuadrado	1
Longitud dentario	1
Longitud epicentral vertebra 10	3
Longitud escapula	>8
Longitud espina vertebra 10 en vista lateral	7
Longitud espina vertebra 17	1
Longitud hiomandibular	4
Longitud interoperculo	1
Longitud lacrimal	-2
Longitud maxilar	1
Longitud nasal	8
Longitud operculo	1
Longitud palatino	-5
Longitud postcleitro	-3
Longitud postemporal	1
Longitud premaxilar	1
Longitud preopercular	8
Longitud punto de inflexión	1
Longitud simplectico	1
Longitud subopercul o	1
Longitud supracleitro	1
Longitud total vertebra 1 en vista dorsal	1
Longitud total vertebra 10	-4
Radio arco neural vertebra 17	-4
Radio arco neural vertebra 1	7
Anchura frontal	1
Anchura otolito	>8
Distancia entre alas pteroticos	2
Longitud ala pterotica	3
Longitud parietal+pterotico	2
Longitud pterotico	3

Resaltamos variaciones anatómicas importantes en estos peces del Mediterráneo. Se puede observar que los elementos óseos intervienen de manera activa en la respiración como el operculo, preopérculo, subopérculo, interopérculo, los arcos branquiales, los radios branquiótegos, el arco hyal, los elementos de la boca como el dentario, el articular, el maxilar y premaxilar, se encuentran en el mismo sub grupo 1.

Tabla 18: Matriz de componentes, valores relativos tipo c, muestras de Vigo (1)

Vigo 1	Componentes
Anchura total neurocranea	2
Altura vertebra 10	1
Altura vertebra 17	>5
Altura hiomandibular	3
Altura operculo	2
Anchura vertebra 1 en vista lateral	5

Anchura arriba dentario	1
Anchura articular	1
Anchura cleitro	1
Anchura cuadrado	1
Anchura debajo dentario	1
Anchura interoperculo	1
Anchura lacrimal	1
Anchura nasal	1
Anchura palatino	1
Anchura postemporal	1
Anchura premaxilar	1
Anchura preopercular	1
Anchura prevomer	1
Anchura suboperculo	1
Anchura supracleitro	1
Diametro cuerpo 10 vertebra	1
Distancia eje-extremo parietal	1
Distancia eje-extremo pterotico	2
Distancia eje-sphenotico	1
Distancia sphenotico-pterotico	1
Longitud arco branquial 1	1
Longitud radio branquiostego 1	4
Longitud vertebra en vista lateral 1	1
Longitud arco branquial2	1
Longitud radio branquiostego 2	-5
Longitud arco branquial 3	1
Longitud radio branquiostego 3	1
Longitud arco branquial 4	1
Longitud radio branquiostego 4	1
Longitud arco branquial 5	1
Longitud radio branquiostego 5	2
Longitud radio branquiostego 6	1
Longitud radio branquiostego 7	2
Longitud arco hial	2
Longitud articular	1
Longitud cleitro	1
Longitud coracoides	2
Longitud cuadrado	3
Longitud dentario	1
Longitud epicentral vertebra 10	-2
Longitud escapula	-1
Longitud espina vertebra 10 en vista lateral	2
Longitud espina vertebra 17	2
Longitud hiomandibular	1
Longitud interoperculo	2
Longitud lacrimal	>5
Longitud maxilar	2
Longitud nasal	1
Longitud operculo	-3
Longitud palatino	1
Longitud postcleitro	-1
Longitud postemporal	1
Longitud premaxilar	2
Longitud preopercular	1
Longitud punto de inflexión	1
Longitud simplectico	3
Longitud suboperculo	-4
Longitud supracleitro	3
Longitud total vertebra 1 en vista dorsal	-4
Longitud total vertebra 10	-1
Radio arco neural vertebra 17	1
Radio iz arco neural vertebra 1	1
Anchura frontal	1
Anchura otolito	1

Distancia entre alas pteroticas	1
Longitud ala pterotica	1
Longitud parietal+pterotico	>5
Longitud pterotico	2

La tabla 18 resume la matriz de componentes obtenida a partir de valores medios relativos (tipo c) de las muestras de Vigo (1). Su análisis permite clasificar las variables en subconjuntos.

El análisis de la matriz de componentes muestra la existencia de 11 subconjuntos de variables claramente diferenciados. Dentro de cada uno de ellos las variables están correlacionadas positivamente, pero en ellos podemos mencionar subconjuntos en los cuales las variables son correlacionadas negativamente como las de los subconjuntos 1 y 1'; 2 y 2'; 3 y 3'; 4 y 4'; 5 y 5'. Si resumimos los subconjuntos (1 y 1' dan 1"; 2 y 2' dan 2"; 3 y 3' dan 3"; 4 y 4' dan 4"; 5 y 5' dan 5"), podemos decir que las variables de los grupos 1" 2"; 3"; 4" y 5" no están correlacionadas entre sí.

Podemos resaltar que las variables correspondientes a las piezas óseas esenciales de la respiración no están juntas en un sólo subconjunto, están muy dispersas en relación con las muestras de Valencia.

Tabla 35: Resumen de la matrix de componentes, valores medias relativas tipo c, muestras de Andalucia

	Componente
Anchura total neurocranea	1
Altura vertebra 10	2
Altura vertebra 17	1
Altura hiomandibular	2
Altura operculo	1
Anchura vertebra 1 en vista lateral	2
Anchura arriba dentario	2
Anchura articular	1
Anchura cleitro	-1
Anchura cuadrado	-3
Anchura debajo dentario	-3
Anchura interoperculo	-3
Anchura lacrimal	2
Anchura nasal	-1
Anchura palatino	2
Anchura postemporal	1
Anchura premaxilar	-1
Anchura preopercular	1
Anchura prevomer	1
Anchura suboperculo	2
Anchura supracleitro	-3
Diametro cuerpo 10 vertebra	-5
Distancia eje-extremo parietal	>5
Distancia eje-extremo pterotico	1
Distancia eje-sphenotico	-1
Distancia sphenotico-pterotico	-3
Longitud arco branquial 1	2
Longitud radio branquiostego 1	1
Longitud vertebra en vista lateral 1	4
Longitud arco branquial2	3
Longitud radio branquiostego 2	2
Longitud arco branquial 3	3
Longitud radio branquiostego 3	2
Longitud arco branquial 4	-1
Longitud radio branquiostego 4	1
Longitud arco branquial 5	-1
Longitud radio branquiostego 5	1

Longitud radio branquiostego 6	3
Longitud radio branquiostego 7	1
Longitud arco hial	1
Longitud articular	-3
Longitud cleitro	1
Longitud coracoides	1
Longitud cuadrado	>5
Longitud dentario	4
Longitud epicentral vertebra 10	2
Longitud escapula	2
Longitud espina vertebra 10 en vista lateral	1
Longitud espina vertebra 17	1
Longitud hiomandibular	1
Longitud interoperculo	1
Longitud lacrimal	2
Longitud maxilar	1
Longitud nasal	2
Longitud operculo	1
Longitud palatino	-1
Longitud postcleitro	1
Longitud postemporal	1
Longitud premaxilar	1
Longitud preopercular	-1
Longitud punto de inflexión	2
Longitud simplectico	-1
Longitud suboperculo	2
Longitud supracleitro	5
Longitud total vertebra 1 en vista dorsal	-1
Longitud total vertebra 10	-1
Radio arco neural vertebra 17	-1
Radio iz arco neural vertebra 1	1
Anchura frontal	-3
Anchura otolito	2
Distancia entre alas pteroticas	1
Longitud ala pterotica	2
Longitud parietal+pterotico	5
Longitud pterotico	1

Resaltamos que las variables correspondientes a las piezas de la función respiratoria estan dispersas en los subconjuntos pero la mayoría de ellas se encontran en el primero.

Tabla 40: Resumen de la matrix de componentes, valores relativos tipo c, muestras de Vigo (2)

	Componentes
Anchura total neurocranea	2
Altura vertebra 10	-4
Altura vertebra 17	3
Altura hiomandibular	>4
Altura operculo	2
Anchura vertebra 1 en vista lateral	3
Anchura arriba dentario	1
Anchura articular	1
Anchura cleitro	1
Anchura cuadrado	1
Anchura debajo dentario	1
Anchura interoperculo	1
Anchura lacrimal	1
Anchura nasal	1
Anchura palatino	1
Anchura postemporal	1
Anchura premaxilar	1
Anchura preopercular	>4
Anchura prevomer	1

Anchura suboperculo	1
Anchura supracleitro	1
Diametro cuerpo 10 vertebra	3
Distancia eje-extremo parietal	1
Distancia eje-extremo pterotico	2
Distancia eje-sphenotico	1
Distancia sphenotico-pterotico	>4
Longitud arco branquial 1	1
Longitud radio branquiostego 1	1
Longitud vertebra en vista lateral 1	-2
Longitud arco branquial2	1
Longitud radio branquiostego 2	1
Longitud arco branquial 3	1
Longitud radio branquiostego 3	1
Longitud arco branquial 4	1
Longitud radio branquiostego 4	1
Longitud arco branquial 5	1
Longitud radio branquiostego 5	1
Longitud radio branquiostego 6	1
Longitud radio branquiostego 7	1
Longitud arco hial	1
Longitud articular	1
Longitud cleitro	1
Longitud coracoides	2
Longitud cuadrado	1
Longitud dentario	1
Longitud epicentral vertebra 10	-2
Longitud escapula	-1
Longitud espina vertebra 10 en vista lateral	2
Longitud espina vertebra 17	2
Longitud hiomandibular	-4
Longitud interoperculo	1
Longitud lacrimal	-2
Longitud maxilar	1
Longitud nasal	-2
Longitud operculo	2
Longitud palatino	-2
Longitud postcleitro	1
Longitud postemporal	1
Longitud premaxilar	2
Longitud preopercular	-2
Longitud punto de inflexión	1
Longitud simplectico	-2
Longitud suboperculo	3
Longitud supracleitro	1
Longitud total vertebra 1 en vista dorsal	-1
Longitud total vertebra 10	-4
Radio arco neural vertebra 17	-2
Radio iz arco neural vertebra 1	1
Anchura frontal	1
Anchura otolito	1
Distancia entre alas pteroticas	1
Longitud ala pterotica	1
Longitud parietal+pterotico	>4
Longitud pterotico	2

Resulta del analisis de la tabla 40 que las variables correspondientes a los elementos de la función del consumo del oxigeno a saber los arcos branquiales, el arco hial, los radios branquióstegos, el dentario, el articular, el premaxilar, el maxilar, el interoperculo, el suboperculo no estan juntos en el primer subconjunto.

Tabla 57: Comparación de las asimetrías fluctuantes de las poblaciones de Valencia, Andalucia y Vigo

		AF Vigo(1)	AF Vigo(2)	AF Andalucia	AF Valencia
1	Altura hiomandibular	1,4491	,9449	1,1889	3,3500
2	Altura operculo	1,8773	1,6765	1,7174	3,2445
3	Anchura arriba dentario	1,9914	1,4491	1,7673	5,4312
4	Anchura articular	2,2667	1,5222	2,2095	5,8766
5	Anchura cleitro	1,4716	,5630	2,4852	4,6368
6	Anchura cuadrado	2,2837	2,0855	1,7733	5,0385
7	Anchura debajo dentario	4,5764	7,2048	8,8190	12,0000
8	Anchura interoperculo	3,6306	3,8138	1,9700	3,8955
9	Anchura lacrimal	4,1774	3,2931	3,0337	3,3950
10	Anchura nasal	2,4056	1,9113	3,0250	4,0652
11	Anchura palatino	1,9484	1,1565	2,4216	6,0890
12	Anchura postemporal	2,4861	3,0465	2,6702	4,7615
13	Anchura premaxilar	3,2174	2,2217	3,4924	4,3896
14	Anchura preopercular	2,6965	2,3859	2,3610	6,2414
15	Anchura suboperculo	4,4217	4,6097	2,6165	4,9478
16	Anchura supracleitro	7,2460	9,0667	9,0143	13,5000
17	Distancia eje-extremo parietal	2,6122	2,7100	2,5383	5,3642
18	Distancia eje-extremo pterotico	,8084	2,1846	1,0492	3,5916
19	Distancia eje-sphenotico	4,2866	4,4948	4,7111	6,3467
20	Distancia sphenotico-pterotico	,8801	,9207	1,2704	2,3786
21	Longitud arco branquial 1	1,9123	1,8875	1,2018	3,6183
22	Longitud radio branquiostego 1	1,6387	2,3492	1,4484	3,8665
23	Longitud arco branquial 2	1,0870	1,6828	1,4555	3,1823
24	Longitud radio branquiostego 2	1,3841	2,3957	1,5083	2,7437
25	Longitud arco branquial 3	1,3537	,9064	1,0170	2,7027
26	Longitud radio branquiostego 3	1,5113	2,0514	,9441	2,2190
27	Longitud arco branquial 4	1,0628	1,4006	,8972	1,9399
28	Longitud radio branquiostego 4	1,1825	1,7138	,8774	2,1656
29	Longitud arco branquial 5	1,2366	1,0298	,6630	2,2463
30	Longitud radio branquiostego 5	1,3414	1,4313	1,0663	1,1478
31	Longitud radio branquiostego 6	1,0248	1,3608	1,3218	1,6251
32	Longitud radio branquiostego 7	,7355	1,0949	,9974	1,3441
33	Longitud arco hial	,7024	,6843	,9200	1,3242
34	Longitud articular	,8086	1,8634	1,1895	3,8390
35	Longitud cleitro	,5326	,1125	1,0176	1,8118
36	Longitud coracoides	1,1078	1,1374	,7989	2,7435
37	Longitud cuadrado	2,3069	,6880	1,8088	4,4073
38	Longitud dentario	1,0374	,6764	1,0004	2,5907
39	Longitud epicentral vertebra 10	1,8321	1,3505	1,7164	3,9040
40	Longitud escapula	2,2315	1,4359	1,6202	2,9699
41	Longitud hiomandibular	1,3379	2,2496	1,2872	2,6976
42	Longitud interoperculo	1,3596	1,0895	1,3717	2,6950
43	Longitud lacrimal	1,4095	,7288	,9124	4,2283
44	Longitud maxilar	1,0040	,7651	,9386	1,9960
45	Longitud nasal	1,8278	1,3123	1,9056	2,0563
46	Longitud operculo	1,7651	1,1702	1,7440	3,9309
47	Longitud palatino	1,3326	,8293	1,3668	2,7256
48	Longitud postcleitro	,8335	,6748	,7093	1,3382
49	Longitud postemporal	1,7936	1,3768	1,5851	4,0789
50	Longitud premaxilar	1,1020	,9094	1,1883	2,4537
51	Longitud preopercular	,5051	,7649	,8092	2,1967
52	Longitud punto de inflexión	1,2204	2,0509	1,2966	3,1044
53	Longitud simplectico	2,0360	1,1980	1,9896	5,0705
54	Longitud suboperculo	,9036	1,0150	1,7789	2,0034
55	Longitud supracleitro	1,5045	1,4470	1,2726	3,8153
56	Radio arco neural vertebra 1	8,6488	7,5333	12,7190	13,3331
57	Radio arco neural vertebra 17	2,1371	2,6318	2,9079	5,7997
58	Anchura frontal	3,1572	2,9351	2,3219	7,4345
59	Anchura otolito	5,2867	6,8108	5,3941	13,8651
60	Distancia entre alas pteroticas	1,7986	1,4776	1,3765	4,8461
61	Longitud ala pterotica	4,8969	5,3025	3,0468	10,3254

62	Longitud parietal+pterotico	2,2753	2,1385	1,8935	3,9351
63	Longitud pterotico	1,3964	2,2773	1,5783	3,6015

El analisis de la tabla 57 permite resaltar que para todas las variables, los individuos de la población de Valencia muestran una asimetría fluctuante mucho más superior a la de las ejemplares de Vigo y de Andalucia, excepto en el caso de la anchura del lacrimal (AF Vigo (1) = 4,1774 et AF Valence = 3,3950) y de la longitud del radio branquióstego 5 (AF Vigo (1) = 1,3414; AF Vigo (2) = 1,4313 et AF Valencia = 1,1478). Lo que muestra que los individuos de la población valenciana están más estresados que los de Vigo y de Andalucia.

Con respecto al estudio de la adaptación para cada localidad, a partir del analisis factorial, hemos utilizado los valores de los primeros componentes principales guardados como nuevas variables que explican mas del 70% de la varianza, para hacer un discriminante considerando la variable longitud, categorizada en 4 rangos obtenidos considerando la desviación típica, como variable de agrupación.

Igualmente, para el estudio de la asimetría fluctuante, hemos realizado analisis discriminantes para ver las variables que discriminan, de una parte, individuos de una misma localidad, y de la otra, individuos de localidades diferentes.

Si, hacemos la suma de las asimetrías para comparar las diferentes poblaciones, nos damos cuenta que las muestras de Vigo (1) y de Vigo (2) presentan une diferencia de asimetría muy debil (∑AF Vigo (1) = 132,2954; ∑AF Vigo (2) = 133,2024). Los individuos de Andalucia son más asimetricos que los de Vigo (∑AF Andalucie = 134,9982 contre ∑AFVigo = 132,7489), mientras que los ejemplares de Valencia (∑AFValence = 268,4667) sont mucho más instables que los de Vigo y de Andalucia.

Las asimetrias fluctuantes aumentan de una localidad a una otra en función de la temperatura. Esto se puede explicar por el hecho de que la faneca no puede soportar bien las temperaturas altas o las consecuencias derivadas de las mismas.

La faneca puede ser utilizada como indicator de la calidad de el agua, siendo abundante esta especie cuando hay mucho oxigeno y temperaturas bajas (Araujo et al, 2000).

Entre los elementos cuyas asimetrias fluctuantes discriminan perfectamente los individuos de Valencia de los de Vigo y de Andalucia, podemos mencionar el dentario, el articular, los arcos branquiales, el operculo, el preoperculo y el interoperculo (tabla 60, graficos 21 y 22). Les fluctuaciones de la asimetría de estos organos de la función respiratoria son mucho más importantes en los individuos del Mediterraneo que los del Atlantico. Lo que significa, bajo el efecto de las condiciones termicas desfavorables (temperaturas altas), estas piezas relacionadas con el consumo de oxigeno son más afectadas por el estrés ambiental termico, de la misma manera que los organos que les acompañan en la realización de esta función.

Pues, en lugares de temperaturas altas, para vivir, la especie esta obligada de desplegar estrategias de adaptación anatomica.

En las costas de Valencia, los peces desarrollan todas las piezas de la respiración (tablas 4, 7, 8, 10 y 14); mientras que los de Vigo y de Andalucia, las fanecas no crecen todos sus organos del consumo de oxigeno (tablas 18, 21, 23 y 26).

La frecuencia respiratoria y cardiaca del pez aumenta con la temperatura (Cédric et al, 2001; Mercier, 2002). Más importante es la temperatura, menos hay de oxigeno disuelto en el agua (Wang, 2002).

Pues, en los localitades de temperaturas altas como las costas de Valencia, las fanecas estan obligadas a desarrollar todas sus piezas de la respiración par poder vivir.

V.-CONCLUSIONES:

Este trabajo ha permitido ver las variaciones morfo-anatomicas de la faneca, *Trisopterus luscus* ante las perturbaciones ambiantales. A la luz de los analisis factoriales y discriminantes, se observa que la asimetría fluctuante de la faneca está en función de las perturbaciones de los parámetros del medio, en particular la temperatura, puesto que es muy importante en los individuos del Mediterraneo (AF Valencia = 268,4667) donde las temperaturas son más altas.

Las variaciones de la asimetría fluctuante entre los peces pequeños y grandes dependen también de la temperatura de la localidad pues, en las poblaciones de Galicia donde las temperaturas son más bajas, los pequeños están más estresados que los grandes (AF pequeños de Vigo (1) = 147,5314; AF grandes deVigo (1) = 115,4560; mientras que en las de Andalucia y de Valencia donde las temperaturas son respectivamente bastante y mucho más elevadas comparativament a Vigo, les grandes son más estables.

El estudio ha permitido poner en evidencia las estrategias de adaptación anatomicas de *Trisopterus luscus*. En cualqier mar, la adaptación a la temperatura de faneca, *Trisopterus luscus* se hace esencialmente por las piezas de la función respiratoria. Sin embargo, la diferencia se situa en el crecimiento de estas piezas durante el desarrollo del animal; es decir en los ecosistemas marinos de temperaturas altas como el Mediterráneo, el pez está obligado a tener más grandes sus organos respiratorios y otros del craneo que intervienen también en la consumición del oxigeno para hacer frente a las temperaturas altas. Al contrario, en lugares de temperaturas bajas como las Rías de Galicia y de Andalucia, el animal tiene las mismas pautas de variación que la faneca del Mediterráneo pero no necesita aumentar mucho más, en proporción, todas sus piezas respiratorias, particularmente las de la cámara opercular, para enfrentarse a las condiciones térmicas. Por tanto estas fanecas pueden ser grandes a diferencia de las de las costas mediterráneas.

Este estudio puede permitir la selección de caracteres apropiados para la cria de poblaciones en cautivad sobre todo en mares cuyas temperaturas son altas (Senegal por ejemplo).

INTRODUCTION

I.- INTRODUCTION:

I.1.- Généralités

Chaque être vivant est caractérisé par une capacité d'adaptation qui lui est propre. On définit la valence écologique d'un individu comme étant son intervalle de tolérance face aux contraintes écologiques. Si la valence est faible, l'animal ne peut résister qu'à de faibles variations environnementales.

Les poissons occupent une place essentielle dans l'écosystème littoral. Ils sont retrouvés à tous les rangs des réseaux trophiques marins et dulçaquicoles, de celui du consommateur primaire mulet à celui du grand carnivore (barracuda ou thon). La particularité des poissons est de s'être adaptés à des conditions environnementales très fluctuantes et très hétérogènes. Les poissons ont développé des stratégies adaptatives d'ordre morphologiques, comportementales et physiologiques. Poïkilothermes, la réussite de leur adaptation nécessite de perpétuels ajustements physiologiques et anatomiques liés aux variations thermiques de leur milieu.

La majorité des poissons n'ont pas été modifiés artificiellement pour leur élevage. Les stratégies d'adaptation face aux facteurs environnementaux, en particulier la température, ne sont pas connues et en conséquence on ne peut pas les utiliser pour l'aquaculture.

Par ailleurs, l'accroissement de la pollution marine occasionné par les conséquences des activités (industrielles, urbaines et agricoles) par le rejet de substances chimiques comme les hydrocarbures, les détergents, les biocides (par exemple les pesticides), les métaux lourds et le déversement des égouts donnant naissance à des germes comme les bactéries, virus, champignons etc., a obligé les organismes en particulier les poissons à affronter les changements du milieu occasionnés par l'exposition aux contaminants, la destruction ou les modifications des niches écologiques.

Nous savons que la vie sur terre a débuté en mer et que cette dernière représente plus de 95 % de la biosphère (Figueras, 2001); que l'océan configure les conditions et la nature du climat, stabilise la température, génère la grande partie de l'oxygène atmosphérique et en général fait que la terre soit hospitalier pour les humains qui respirent de l'air. Cependant, il existe une conviction très curieuse que la mer est si grande que rien que l'on peut faire n'arrive pas à causer aucun dommage à sa nature basique.

Comme conséquence, nous détruisons la mer pendant que nous y versons avec complaisance profonde et dangereuse les déchets de natures diverses. La dégradation du milieu marin peut être causé par plusieurs facteurs.

Les causes terrestres représentent les 70 % de la contamination marine, pendant que les activités maritimes et le déversement en mer représente les 10 % chaque année (Figueras, 2001).

Les contaminants qui représentent une profonde menace pour le milieu marin sont les suivants: les eaux résiduelles, les nutriments, les composants organiques synthétiques, les

sédiments, les ordures et matières plastiques, les métaux, les radionucléides, le pétrole et les hydrocarbures aromatiques polycycliques.

Nous savons déjà avec Fernández (2001) que les plastiques, les bois, les branches, les vitres et les autres solides rejetés en mer peuvent provoquer la mortalité chez les poissons.

Beaucoup de substances contaminantes qui proviennent des activités terrestres présentent un intérêt particulier face au écosystème marin puisqu'elles se caractérisent simultanément par la toxicité, la persistance et la bioaccumulation dans la chaîne trophique.

La contamination marine est aussi causée par le transport maritime et les activités marines. Approximativement 600.000 tonnes de pétrole sont versées dans les océans chaque année (Figueras, 2001) comme résultat d'opérations habituelles du transport maritime, d'accidents et de décharges illégales.

A tout ceci, s'ajoute la dégradation du milieu marin occasionnée par d'autres activités terrestres telles que les installations humaines, les méthodes d'usage de la terre, la construction d'infrastructures côtières, l'agriculture, le développement urbain, le tourisme, etc..

Donc, il est nécessaire d'évaluer l'impact environnemental marin, constamment exposé à toute une série de processus de dégradation et de contamination, sur ses ressources biologiques, en particulier les poissons notamment les tacauds.

Un indicateur suffisamment puissant et fiable est donc nécessaire pour une évaluation optimale.

De nombreux outils ont été développés pour essayer d'appréhender les impacts des activités sur l'environnement. Par contre, tous ne peuvent pas servir de signaux d'alarmes précoces. Dans bien des cas, la plupart des indicateurs mesure la réponse à court terme d'un stress (indices physiologiques). En outre, ils nécessitent un important travail de laboratoire et sont coûteux.

Ces perturbations du milieu peuvent être très stressantes pour le développement des ressources biologiques et la cause de l'extinction de beaucoup d'espèces comme le cas de *grassostrea gasar* Adanson (1891) qui se rencontrait au niveau du fleuve Sénégal mais elle a fini par disparaître à la suite des modifications des facteurs environnementaux.

Le stress se définit comme étant le résultat de toute altération du milieu ambiant normal d'un organisme qui interrompe "l´état stable de cet organisme". Les réponses d'un organisme au stress sont bien définies et réunies sous le terme de "syndrome général de stress" (Seyle, 1956)

Les facteurs et paramètres qui sont habituellement utilisés dans l'étude de l'identification des populations soumises au stress avant que celui-ci n'ait un effet préjudiciable sur elles sont de deux types. D'une part, nous avons les changements de la structure de la communauté, la diversité des espèces, la densité et l'abondance relative. La difficulté majeure rencontrée dans leur usage est qu'il soit trop tard pour mesurer l'impact environnemental au moment où se détectent les altérations dans ces facteurs (Clarke, 1993

b). D'autre part, nous avons les paramètres vitaux tels que la survie, la fécondité, le succès reproductionnel, etc., tous connus sous le nom de "*fitness*" (éducation, efficacité biologique, ou efficacité). Cependant, l'estimation directe des changements de ces paramètres est difficile, coûteuse et souvent impraticable.

Par conséquent, il est nécessaire et útile de développer et d'appliquer un système indicateur susceptible d'être utilisé dans le contrôle biologique et qui mesure les effets de stress engendrés par les agents et les processus naturels ou anthropogéniques, avant même que les changements des paramètres vitaux ne soient évidents (Clarke, 1994; Bonzom et Bergeron, 1998), c'est-à-dire, un système de détection précoce, utilisable dans la gestion et le contrôle des perturbations environnementales. Cette détection pourra mener à bout d'autres études sur l'estimation de l'intensité et de l'extension de l'impact et à identifier ses causes.

Les systèmes de détection précoce ne sont pas des programmes de biocontrôle en soi-même, mais plutôt un premier passage essentiel pour une mise au point intégrale du biocontrôle (Clarke, 1994, 1993 c).

Une méthode qui satisfait cette nécessité est l'évaluation de la stabilité du développement qui se définit comme la capacité d'un organisme à s'isoler des perturbations environnementales qui provoquent le stress et produire ainsi une forme idéale dans des conditions environnementales particulières (Waddington, 1942; Leary et Allendorf, 1989).

Dans ce concept se situent les processus assurant la constance phénotypique par l'amortissement des effets des perturbations génétiques ou environnementales induites sur le développement (Waddington, 1942).

La stabilité du développement n'est pas un concept récent, puisqu'elle a été formulée dans les années vingt ; mais l'ampleur des travaux, incluant un premier livre qui a reçu une compilation (Markow, 1994) datent des vingt dernières années.

L'usage potentiel de la mesure de la stabilité du développement dans les études de conservation a été enseigné pour la première fois par Leary et Allendorf (1989), qui ont attiré l'attention sur les relations entre la stabilité du développement et le stress et mentionné en plus la relation entre la stabilité du développement et les paramètres vitaux (*fitness*). Clarke (1995a) a développé que la théorie de la stabilité du développement était une mesure indirecte du *fitness* et, puisqu'elle a une grande sensibilité potentielle et qu'elle est comparativement plus facile d'estimer que le *fitness*, elle a une application considérable, pouvant ainsi substituer les autres estimations dans le contrôle et la conservation de la faune.

Pour toutes ces raisons et suivant une des lignes d'investigation du Laboratoire d'Anatomie Animale de la Faculté de Sciences Biologiques et de la Mer de l'Université de Vigo, nous avons pris comme matériel biologique le tacaud, *Trisopterus luscus*, une espèce sauvage qui joue un rôle très important dans la vie socio-économique des populations, pour étudier son adaptation à la température et son asymétrie fluctuante, afin de faciliter ainsi son élevage en captivité à des rendements commerciaux dans un futur.

L'étude a été menée en 2003 et 2004 et portée sur trois populations atlantiques (deux de la Ria de Vigo et une des côtes de l'Andalucie) et une population méditerranéenne (des côtes de la Valence).

Pour faciliter une bonne compréhension de ce travail, nous avons scindé le texte en deux grandes parties à savoir une synthèse bibliographique renfermant des données et arguments sur l'adaptation, l'asymétrie fluctuante y l'ostéologie, sur l'espèce étudiée et parfois des remarques personnelles, et une partie étude regroupant, matériels et méthodes, et les résultats et discussions.

I.2.- Objectifs

Les objectifs principaux de ce présent travail sont :

- étudier l'impact environnemental marin sur le développement de *Trisopterus luscus* au moyen de l'asymétrie fluctuante;
- mieux cerner l'adaptabilité anatomique de l'espèce face à l'hétérogénéité des conditions physico-chimiques (et plus particulièrement la température) de son environnement.

I.3.-Description, distribution, biologie, etc. de *Trisopterus luscus* (tacaud)

I.3.1. Taxonomie

Règne: Animal

Embranchement: Vertébrés

Super classe: Poissons

Classe: Ostéichthyens

Sous-classe: Actinoptérygiens

Super ordre: Teleostéens

Ordre: Gadiformes

Famille: *Gadidae*

Genre: *Trisopterus*

Espèce: *luscus* (Linneaus, 1758)

Source Cohen et al. (1990)

I.3.2. Distribution

Le tacaud, *Trisopterus luscus* se rencontre à l'est de l'Atlantique: depuis les îles britaniques et Skagerrak jusqu'aux côtes ouest d'Afrique, incluses les îles offshore. Il existe aussi à la méditerranée occidentale (Mallefet et al., 2004; Cohen et al., 1990).

I.3.3. Description

Figure 1: Tacaud, *Trisopterus luscus* (L. 1758)

C'est un poisson qui présente un corps assez ovale et légèrement comprimé. Il a trois nageoires dorsales et deux anales, toutes pourvues de rayons blancs; la première nageoire dorsale est brusquement dirigée. Les nageoires pectorales présentent à leur base une tache noire. Les rayons antérieurs des nageoires pelviennes sont allongés.

Sa coloration dorsale est d'un marron cuivré. Quand le poisson se déplace en se tordant, cette coloration devient jaune brunâtre. La partie ventrale est blanche. Les côtés sont cuivrés avec 4 à 5 bandes verticales sombres distinctes.

La tête est caractérisée par de grands yeux, une mandibule supérieure et une mandibule inférieure avec un long barbillon. La mandibule supérieure est plus longue que la inférieure.

La taille maximale est de 46 cm et 2,5 kg de poids, mais les tailles moyennes les plus courantes sont approximativement 15 cm (Labarta et Ferreiro, 1982; Merayo et Villegas, 1994; Bañón, 2002; Ballersted, 2003).

1.3.4. Ecologie y Biologie

Le tacaud, *Trisopterus luscus* est un poisson de climats tempérés (62˚ N - 20˚ N), côtier, bento-pélagique et non migrateur qui se rencontre depuis les eaux peu profondes (30 m) jusqu'aux 300 m (cohen *et al*., 1990; Svetovidov, 1986; Bañón, 2002). L'espèce est plus abondante à la profondeur de 100 m (Labarta *et al.*, 1975).

Il est grégaire et vive près du fond, sur des zones rocheuses ou aux environs de zones sableuses, formant des bancs compactes d'exemplaires de même taille (Bañón, 2002 ; Mellefet *et al*., 2004). Les jeunes qui arrivent aux estuaires ont une vitesse de croissance élevée qui est possiblement due à la disponibilité de nourriture (Costa y Bruxelas, 1989).

Pendant la période de reproduction, les individus se déplacent vers les zones sommaires de 50 – 70 m où ils effectuent la ponte jusqu'à 400.000 œufs par femelle. La période de ponte va de décembre à avril (principalement mars et avril) dans l'Atlantique et de janvier à juillet dans la Méditerranée (Svetovidov, 1986; Bañon, 2002). Pendant cette saison de reproduction, le tacaud pond plusieurs fois (Bevegnue, 1971). L'âge reproducteur et la longueur sont de 1,7 ans et 22,0 cm pour les femelles et de 1,8 ans et 23,4 cm pour les mâles. Durante la période de reproduction, le développement des oocytes est asynchrone, ce qui rend difficile l'estimation de la fécondité. Cette fécondité totale est fonction de la taille, du poids du poisson, du poids des gonades et de l'âge (Merayo, 1996).

Les œufs sont pélagiques et de petite taille (1 mm approximativement). La croissance des alevins est très rapide pendant la première année et va se ralentir après. L'âge maximal est de cinq ans et la reproduction a lieu à la fin de la première année (Puente, 1988; Merayo y Villegas, 1994; Bañón, 2002; Mellefet *et al*., 2004). La croissance est rapide durant le printemps, mais faible au cours des mois d'été (Puente, 1988).

Ils se nourrissent de petits crustacés, mollusques, polyquétes et d'autres petits poissons comme les gobies (Bevegnue, 1971; Svetovidov, 1982; Cohen, 1990; Hamerlynck y Hostens, 1993; Bañón, 2002). Ils s'alimentent aussi de diatomées. (Last, 1978).

Certaines études comme celles de Araujo et *al*. (2000) ont montré que le tacaud peut être utilisé comme indicateur de la qualité de l'eau, étant abondante cette espèce quand il y a beaucoup d'oxygène et de températures basses.

I.4.- Caractéristiques des zones d'échantillonnage.

I.4.1. L'Océan Atlantique

I.4.1.1. Géographie de l'Océan Atlantique

L'océan Atlantique à la forme d'un vaste "S", s'étendant de l'Arctique au nord à l'Antarctique au sud, et situé entre la côte orientale de l'Amérique du Nord et de l'Amérique du Sud, et les côtes occidentales de l'Europe et de l'Afrique. L'océan Atlantique proprement dit a une superficie d'environ 82 millions de km^2. En incluant les mers bordières (le golfe du Mexique, la mer des Antilles, l'océan Arctique, la mer du Nord, la mer Baltique, la Méditerranée et la mer Noire), sa superficie totale couvre environ 106 190 000 km^2. C'est le deuxième plus grand océan de la planète après l'océan Pacifique et le plus fréquenté.

La limite entre l'Atlantique et l'Arctique est arbitrairement fixée par une série de crêtes sous-marines qui s'étend entre les terres de la Terre de Baffin, du Groenland et de

l'Écosse. La limite avec la mer Méditerranée est plus clairement définie par le détroit de Gibraltar et celle avec la mer des Antilles par l'arc des Antilles. L'Atlantique Sud est arbitrairement séparé de l'océan Indien, à l'est, par le 20e méridien et du Pacifique, à l'ouest, par la ligne de moindre profondeur entre le cap Horn et la péninsule Antarctique.

L'océan Atlantique a une profondeur moyenne de 3 926 m, inférieure à celle de l'océan Pacifique et de l'océan Indien. L'endroit le plus profond, dans la fosse de Porto Rico, atteint 8 742 m au-dessous du niveau de la surface de l'eau.

(Encarta, 2004).

I.4.1.2. **Résumé des caractéristiques physico-chimiques de l'Atlantique.**

Les eaux de surface de l'Atlantique se déplacent selon deux systèmes de courants circulaires, caractérisant l'un, la partie nord et l'autre la partie sud de l'océan. Principalement dus au vent, ces courants subissent également l'influence de la rotation de la Terre. Les courants de l'Atlantique Nord, parmi lesquels se trouvent le courant nord équatorial, le courant des Canaries et le Gulf Stream, circulent dans le sens des aiguilles d'une montre. Les courants de l'Atlantique Sud, parmi lesquels se rencontrent les courants du Brésil, de Benguela et du sud équatorial, circulent dans le sens inverse des aiguilles d'une montre. Chaque système part de l'équateur à une latitude d'environ 45° ; il existe plus près des pôles des systèmes de courants circulaires contrarotatifs, l'un tournant dans le sens inverse des aiguilles d'une montre dans les régions arctiques de l'Atlantique Nord et l'autre tournant dans le sens des aiguilles d'une montre près de l'Antarctique dans l'Atlantique Sud.

Un courant froid, le courant du Labrador, provient de l'océan Arctique et longe le nord-est du Canada.

L'Atlantique reçoit les eaux de nombreux grands fleuves, parmi lesquels le Saint-Laurent, le Mississippi, l'Orénoque, l'Amazone, le fleuve le plus puissant du monde, le Paraná, le Congo, le Niger, la Garonne et la Loire, ainsi que les eaux des fleuves qui se déversent dans la mer du Nord, la mer Baltique et la Méditerranée. Cependant, l'Atlantique est légèrement plus salé que le Pacifique ou l'océan Indien, essentiellement à cause de la grande salinité des eaux qui s'écoulent de la Méditerranée.

L'océan Atlantique est un lit d'eau de température inférieure à 9 °C (zone des eaux froides), à l'intérieur duquel se trouve une poche d'eau d'une température supérieure (zone des eaux chaudes). La zone des eaux chaudes s'étend entre le 50° de latitude nord et 50° de latitude sud et a une profondeur moyenne d'environ 600 m. C'est dans la zone supérieure des eaux chaudes que l'on constate la plus grande circulation. En dessous, la circulation devient de plus en plus lente au fur et à mesure que la température baisse.

Les températures à la surface varient de 0 °C, température que l'on rencontre toute l'année dans les marges des océans Arctique et Antarctique, à 27 °C dans la vaste ceinture équatoriale. A plus de 2 000 m de fond, les températures avoisinent généralement 2 °C ; dans les eaux abyssales, en dessous de 4 000 m, on rencontre communément des températures de - 1 °C.

La baie de Fundy, dans le sud du Canada, voit se produire les plus fortes marées du monde, avec une amplitude qui dépasse 18 m.

Les caractéristiques en température et salinité de l'océan sont acquises à la surface, par échanges avec l'atmosphère (respectivement chaleur et précipitations - évaporation). Ainsi, dans des régions où les gains de chaleur sont élevés, comme dans les régions subtropicales, les eaux de surface ont tendance à être légères, et la colonne d'eau à être fortement stratifiée. Au contraire, dans les régions où les pertes de chaleur sont en moyenne importantes, la colonne d'eau peut devenir instable : les eaux superficielles, par gain de densité (perte de flottabilité) peuvent devenir suffisamment denses pour "couler" et se mélanger avec des eaux plus légères de subsurface (instabilité hydrostatique). Ces processus de convection ont principalement lieu aux hautes latitudes, surtout en hiver, où ils peuvent se développer sur plusieurs milliers de mètres, et atteindre le fond de l'océan: ce sont par l'intermédiaire de ces processus que l'eau de l'océan profond (profondeur supérieure à environ 1000 m) est continuellement renouvelée par des eaux superficielles. Les lieux privilégiés où a lieu la convection hivernale profonde sont situés en Mer du Groenland, et en Mer du Labrador, dans l'Atlantique Nord zone de nos échantillonnages, et en Mer de Weddell , dans le secteur Atlantique de l'Antarctique.

Une fois isolées de l'atmosphère, ces parcelles d'eau conservent leurs caractéristiques en T et S, ces traceurs étant conservatifs dans l'océan: ainsi, une eau type est définie par ses valeurs spécifiques en T et S. Seuls les processus de mélange peuvent les faire évoluer. Une masse d'eau résultant du mélange entre deux eaux types va être caractérisée par des valeurs en T et S intermédiaires entre les valeurs en température et salinité des deux eaux types: en fonction de la composition de cette masse d'eau, les valeurs de T et S sont plus ou moins proches des valeurs extrêmes. Comme pour T et S, les masses d'eau acquièrent leurs propriétés en concentrations en traceurs dissous à la surface de l'océan. Ainsi, les gaz chimiquement inertes, comme l'oxygène, l'azote ou les gaz rares, sont rapidement mis en équilibre avec l'atmosphère; les sels nutritifs sont épuisés par la photosynthèse (l'échelle de temps de ces processus est d'environ un mois). Une fois isolées de l'atmosphère, les masses d'eau ont tendance à s'écouler au sein de l'océan le long des niveaux de densité constante (isopycnes). Contrairement à la température et à la salinité, l'évolution en teneurs des traceurs non conservatifs, comme l'oxygène et les sels nutritifs, ne suit pas la loi de la droite de mélange, l'écart à cette droite résultant des termes source ou puits de ces traceurs dans l'océan. Ainsi, si une masse d'eau acquièrent ces caractéristiques initiales à la surface de l'océan, l'évolution future de ces caractéristiques dépend non seulement des mélanges avec d'autres masses d'eau de caractéristiques différentes, mais du temps écoulé depuis leur plongée et leur isolement de la surface : plus ce temps aura été long, plus les concentrations auront augmenté (ou diminué) suivant que le constituant considéré est produit (ou détruit), le plus souvent par activité biologique ou dissolution (absorption) particulière. Par exemple, l'oxygène est utilisé dans l'océan profond par les bactéries pour oxyder la matière organique : ainsi, une masse d'eau "vieille" ou pour laquelle le renouvellement avec les eaux de surface (ventilation) est lent, sera caractérisée par une teneur en oxygène faible, et par une teneur en sels nutritifs élevée.

Les eaux profondes de l'Atlantique Nord, caractérisées par un maximum en salinité, dont le coeur ($S > 34{,}95\ ^{0}/_{00}$) se trouve vers 1 500 m, au niveau de l'eau de la mer du Labrador, mélangée avec de l'eau méditerranéenne (extrêmement salée) durant son trajet vers le sud. Le bassin est tapissé par l'eau Antarctique de fond, dont la salinité est plus faible ($S < 34{,}7^{0}\ /_{00}$), formée en mer de Weddell. Au dessus de l'eau de la mer du Labrador,

une langue de minimum en salinité est clairement visible vers 800 m : cette langue caractérise ce qu'on appelle les Eaux Antarctiques Intermédiaires, formées approximativement au niveau du Courant Circumpolaire vers 50°S, par des processus de mélange hivernale. Ce minimum de salinité est une signature de leur lieu de formation: cette région océanique est caractérisée par un surplus d'apport d'eau douce en surface par les précipitations, beaucoup plus importantes que les flux d'évaporation (qui ont tendance à augmenter la salinité, le sel n'étant pas échangé avec l'atmosphère contrairement à la vapeur d'eau).
(Mémery, 2001 ; Encarta, 2004)

I.4.2.- La Méditerranée

I.4.2.1.- Géographie de la Méditerranée

Carrefour situé entre l'Europe, l'Afrique, l'Asie et le Moyen-Orient, la Méditerranée fait le lien entre d'une part l'Océan Atlantique par le détroit de Gibraltar et, d'autre part, la Mer Noire au nord-ouest par les détroits du Bosphore et des Dardanelles. Sa longueur est d'environ 5000 km, sa superficie de 2,51 millions de km^2 (1 % de l'océan mondial), sa profondeur moyenne est de 1500 m et atteint jusqu'à 5150 m au large de la côte méridionale de la Grèce, enfin, son volume approximatif est de 3 603 000 km3. Elle occupe approximativement l'emplacement de l'ancienne mer Thétis, qui se referma lors de la montée de la plaque tectonique africaine à l'Oligocène. De nos jours, la plaque de l'Afrique se rapproche insensiblement de celle de l'Europe à une vitesse avoisinant les 2cm/an, en extrapolant on peut conclure à la disparition de la mer Intérieure d'ici cinquante millions d'années. En attendant, ce lent mouvement tectonique provoque des catastrophes naturelles comme les tremblements de terre en Grèce, Turquie et en Italie ainsi que les éruptions volcaniques, dont les principales manifestations ont lieu en Italie (Etna, Vésuve, Stromboli). La Méditerranée, comme son nom l'indique, est une mer profondément engagée dans les continents eurasiatiques et africains. Elle mesure 4 000 d'est en ouest et présente 45 000 km de littoral. Son pourtour concentre 420 millions d'habitants, auxquels on ajoutera des millions de touristes qui pollueront ses rivages et ses eaux continentales.

(Benjamin et al, 2002; Leonard, 2003)

I.4.2.2.- Résumé des caractéristiques physico-chimiques de la Méditerranée

Mer dont les échanges avec les autres océans sont difficiles, elle est considérée comme une mer chaude. Sa température moyenne étant de 13°. Le renouvellement de ses eaux est très lent et très long. Il a été évalué à 90 ans et on estime que 36.400 km^3 d'eaux sont renouvelés annuellement. Ce délai entraîne une certaine rémanence de la pollution. Le temps nécessaire au brassage vertical de la totalité de ses eaux est de 250 ans. Les marées sont toujours inférieures à 60 cm en moyenne.

La température de l'eau, variable suivant les saisons (entre 21 et 30° l'été et entre 10 et 15° C l'hiver) augmente d'ouest en est, à partir de 100 à 200 m, la température devient constant (plus ou moins 13° C).

En Méditerranée occidentale, la température de la mer sur la côte du golfe du Lion est inférieure de 2 °C à celle du golfe de Gênes, pourtant situé un peu plus au nord. Dans le golfe du Lion, la tramontane, vent de terre, entraîne les eaux de surface vers le large et provoque la remontée d'eau profonde, froide. Ce phénomène appelé "upwelling" n'existe pas dans le golfe de Gênes, moins venté. La présence du Rhône est une autre cause de refroidissement des eaux. En hiver, les eaux fluviales sont plus froides que la mer; moins dense que l'eau salée, l'eau du Rhône s'étend en surface. En mer du Nord, on notera l'apport d'eau chaude à la fois par le nord (dérive nord Atlantique circulant au nord de l'Écosse jusqu'à la Norvège) et par le pas de Calais.

Août réserve bien des surprises aux vacanciers amateurs de bains de mer. A commencer par la mer d'Iroise: à la pointe de la Bretagne, la température moyenne de la surface de la mer est de 15-16°C, voire 13-14 °C autour d'Ouessant, aussi froide que dans le golfe de Botnie au nord de la Finlande.

Étonnant aussi, le refroidissement le long des côtes du Sahara occidental, du Maroc et du Portugal, qui a pour origine une remontée d'eau profonde en remplacement des eaux de surface entraînées vers le large par les vents de nord ou de nord-est: 16-17 °C en plein mois d'août et même encore moins au cap Finisterre, bordé de quelques pixels verts. La Méditerranée réserve elle aussi quelques surprises. Le golfe du Lion, par exemple, n'est pas plus chaud que le fond du golfe de Gascogne devant Biarritz (22-23 °C). Les côtes sud de Sicile et de Crète sont refroidies par des remontées d'eau profonde. Conséquence du meltem, un vent de nord fort en août, toute la mer Égée et son prolongement jusqu'à la côte libyenne est plus froide que les environs, à l'est ou à l'ouest. Sinon, avec une température de surface de la mer supérieure à 26 °C, les Baléares, la côte nord de Sicile, la côte sud de Turquie restent des valeurs sûres pour la baignade.

En novembre, la mer se refroidit vite. En général, le refroidissement est plus important à la côte qu'au large. C'est vrai en Manche, où l'eau est à 14 °C au milieu et à 13 °C sur les côtes, voire 12 °C en baie de Seine et en baie du Mont Saint-Michel ; c'est vrai également dans le golfe de Gascogne et en mer du Nord, où le refroidissement est particulièrement important le long de la côte du Danemark. C'est toujours vrai le long du Portugal mais là, en raison de l'upwelling côtier, le refroidissement à la côte est permanent. En revanche, en Méditerranée occidentale nord, ce n'est plus vrai. Les eaux les plus froides sont au large du golfe du Lion, détachées de la côte. De même, en mer Tyrrhénienne, au débouché des Bouches de Bonifacio, un petit point vert signale que la température de la mer tombe à 15-16 °C au large, alors qu'elle se maintient à 17-18 °C sur les côtes orientales de Corse et de Sardaigne et sur la côte italienne. On notera également le refroidissement important au nord de la Caspienne. Après avoir connu des températures de l'ordre de 24-25 °C en août, la continentalité du lieu fait que la température de la mer est déjà tombée à 6 °C alors qu'à la même latitude, sur la côte vendéenne, la température de la mer est encore à 13 °C.

La salinité moyenne, de 38 %, augment d’est en ouest. L’eau des milieux naturels renferme toujours des substances dissoutes, en particulier des substances minérales. Par le fait que la température de la Méditerranée est comprise entre 15º et 25º, ce qui représente une température moyenne élevée, cette mer connaît une évaporation intense, d’où un taux de salinité plus élevé que celui de l’océan voisin. Un certain nombre de problèmes biologiques sont fonction du taux de salinité.

La salinité représente l'un des principaux facteurs de stabilité de l'environnement, elle varie en fonction de l'endroit: proche des côtes son taux est relativement faible, ceci est dû surtout aux apports continentaux en eau douce; du côté des lagunes, des estuaires et des étangs côtiers, elle est plus ou moins stable; enfin, dans les salins, les marais salants, et certaines flaques littorales, elle est plus forte que celle de la mer, ceci du fait de l'évaporation de l'eau à certaines périodes qui change le rapport sel / eau.

Les principaux fleuves qui se jettent dans la mer méditerranéenne sont le Nil (egypte), le Pô (Italie, l'Ebre (Espagne) et le Rhôle (France). Le debit moyen des 69 fleuves aboutissant en Méditerranée est de 283 km^3/an.

La mer méditerranéenne est divisée en deux bassins principaux: le bassin occidental au nord, zone de notre échantillonnage, et le bassin oriental au sud. C'est une mer pratiquement fermée, n'ayant que 32 km de large au détroit de Gibraltar et 60 m au Canal de suez. Elle reçoit une quantité d'énergie solaire quatre fois supérieure à la moyenne de la France, qui induit une forte évaporation (de 3 000 à 4 000 km^3/an). Cette évaporation est loin d'être compensée par les apports fluviaux et les précipitations. Le ruissellement des bassins versants, les précipitations et l'échange Mer Rouge Mer Noire présentent respectivement une moyenne de 450, 980 et de 260 km^3/an. Ce qui donne un total moyen de 1 690 283 km^3 /an face à une évaporation moyenne de 3 500 km^3/an. La différence donne un déficit de 1 810 km^3/an en moyenne. Ce déficit, équivalent à une baisse de 0,61 m/an, est compensé par l'apport d'eau d'Atlantique. Ceci en fait un bassin de concentrations de sels.

Le climat est tempéré. L'automne est pluvieux, l'hiver doux, le printemps pluvieux et l'été chaud et sec.

L'arrivée d'air froid et d'air chaud a des influences sur la Méditerranée.

a)- L'influence de l'arrivée d'air froid sur la Méditerranée : l'arrière des zones de basse pression et à l'avant des zones de haute pression domine une arrivée d'air de direction nord. En plus de cela, avec l'arrivée d'air polaire venant du nord, l'eau est particulièrement froide en hiver par rapport à l'eau de la Méditerranée et est fortement réchauffée en conséquence, suite à son passage au-dessus de l'eau chaude. Il arrive ainsi une forte ascendance thermique avec formation de nuages sur toute la mer, le plus souvent avec des chutes de pluie. La Méditerranée est à cause de cela, pendant la saison froide plus riche en précipitations.

b) - L'influence de l'arrivée d'air chaud sur la méditerranée : Si l'arrivée d'air chaud passe au-dessus de l'eau froide, il est refroidi par le bas. Si il passe ainsi son point de condensation, il y a alors, à la surface de la mer, formation de brouillard. C'est particulièrement le cas suite à l'arrivée d'air venant du sud. Ou comme au printemps ou en été, l'air chaud venant de l'intérieur de la péninsule ibérique est dirigé par le courant aérien vers la mer froide. Parce que cet air est le plus souvent très sec, le refroidissement n'atteint pas le point de condensation, mais il s'en approche. L'humidité relative de la couche d'air froid proche de l'eau augmente ainsi et l'air devient trouble.

La Méditerranée est assez pauvre en éléments nutritifs, ce qui fait que sa productivité est plus basse que celles des eaux océaniques. De ce fait, la croissance des organismes s'en

trouve ralentie et le cycle reproducteur moins actif. La plupart des espèces qui peuplent la Méditerranée proviennent de l'Atlantique. Le renouvellement de la faune se fait encore aujourd'hui soit par le détroit de Gibraltar, soit par le canal de Suez.

(Benjamin et al, 2002; Leonard, 2003; Bohn, 2004; météo France)

I.4.3.- Sites d'étude

Dans l'Atlantique, les températures sont généralement faibles comparativement à celles de la Méditerranée et varient entre 15 et 20 ºC bien que dans certaines endroits, elles peuvent atteindre les 22-23 ºC comme dans le cas des côtes d'Andalucie (035-040º N y 005-010º W). Dans les côtes de Galice (040-045º N y 005-010º W), les températures fluctuent entre 15 et 16 ºC (fig. 1). Dans la Méditerranée, les températures, plus élevées, varient de 21 jusqu'à 25-26 ºC comme le cas des côtes de Valence (035-040º N y 000-005º W).

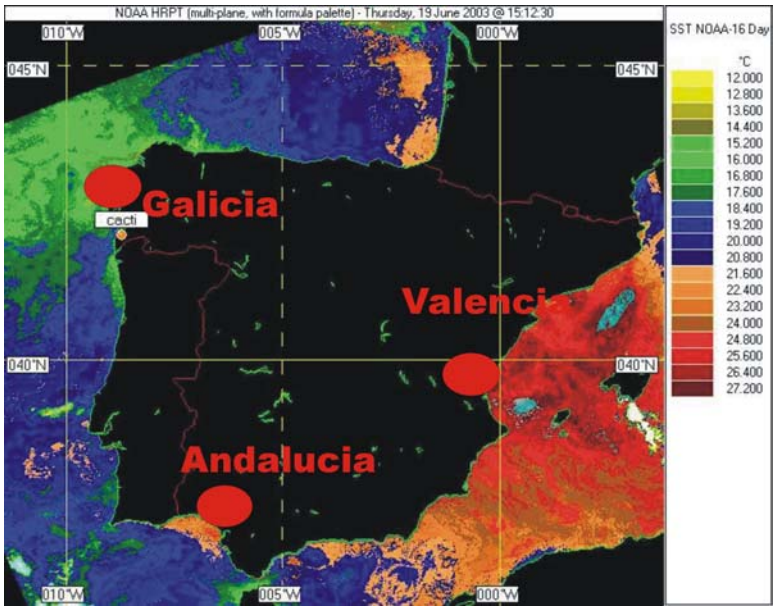


Figure 2 : Sites d'étude

ANTECEDENTS

II.-ANTECEDENTS

II.1.- Ostéologíe

II.1.1.- Ostéologie de poissons

En ce qui concerne l'ostéologie de poissons, de nombreuses études ont été effectuées suivant l'organisation et les objectifs de l'étude du squelette. La plupart de ces travaux correspondent à des études systématiques spécifiques et interspécifiques, avec une méthodologie descriptive, comme ceux de Limeses et al. (1972), Miller (1973), Rojo (1976, 1987), Ruiz et Yánez-Arancibia (1978), Yánez-Arancibia et Ruiz (1978), Piacentino (1980, 1984), Gállego et Mitjans (1985), Micklich (1987), Vignes et Garcia (1987), Hosoya et Jeon (1989), Schultze et Arratia (1989), et Tyler et al (1989), Simonovic et Nikolic (1996). D'autres études relationnent et intègrent les structures osseuses avec les structures ligamenteuses et musculaires, avec une méthodologie fonctionnelle, comme les travaux de Vandewall (1974a, 1974b, 1975, 1977),Gijsen et Chardon (1976), Vandewall et Chardon (1981), De la Hoz et Chardon (1984), Anker (1986, 1987, 1989).

Dans les travaux de Chardon et De la Hoz (1975, 1977), Vandewall (1977), De la Hoz et Aldunate (1985) et De la Hoz et Vial (1988), a été défini le concept d'unité mécanique squelettique comme étant "un ensemble d'éléments morphologiques squelettiques assez intimement associés pour participer comme un tout à la réalisation d'une ou plusieurs fonctions". Le travail de Rosselló Izquierdo (1986) se singularise pour fixer l'étude sur le concept de l'Ostéomorphologie comparée. L'étude de Beaumont et Cassier (1987) fait elle une description générale des structures squelettiques.

D'innombrables travaux sur l'Ostéologie des gobies ont été publiés. Nous pouvons énumérer entre autres ceux de Regan (1911), de Tagaki (1950), Gosline (1955), de Miller (1963, 1973a, 1977), de Miller et Tortonese (1968), de Mironesco (1970), Birdsong (1975), Winterbottom et Emery (1981), de Rojo (1985), Birdsong et al (1988), Winterbottom et hoese (1988), de Mehta et al (1989), de Winterbottom (1990), de Vasil'eva (1991),de Vasil'eva et Bogachik (1991), de Vasil'eva (1992a), de Adriaens et al (1993), de Lee (1993), de Vasil'eva (1993), de Vasil'eva et Vasil'ev (1994), Birdsong et Robins (1995), de Galansky Roper (1997), etc..

Tous ces travaux sont soit des études partielles ou complètes dont les objectifs visés étaient de rencontrer des différences au niveau ostéologique interspécifiques pour ainsi corroborer des travaux de systématique d'autres auteurs. Il faut noter aussi que la présence ou l'absence d'os déterminés ou de degrés déterminés de spécialisation de certains caractères sont pris en compte pour des études phylogénétiques et de systématique.

Regan (1911) présente la première classification des gobies basée sur l'analyse ostéologique principalement du crâne, la ceinture pectorale et le nombre de vertèbres.

Fonds (1971), Miller (1973, 1984), Klansewitz (1975), Winterbottom (1976), Winterbottom et Emery (1981), Hoese (1984), Rojo (1985), Springer (1983), Akihito (1986), Birdsong et al (1988), Winterbottom et Hoese (1988), Adriaens et al (1993)

apportent des classifications amples de diverses espèces de la famille des *Gobiidae*, basées sur les caractères ostéologiques.

II.1.2.- Ostéologie de *Trisopterus luscus*

Après avoir effectué un exhaustif parcours bibliographique, nous nous rendons compte qu'il n'y a aucun travail, partiel ou complet, sur l'ostéologie de *Trisopterus luscus*. Par conséquent, ce travail serait pour nous le premier sur le tacaud.

II.1.3.- Ostéométrie de poissons

L'usage de l'ostéométrie a été amplement utilisé dans les études archéoichtiologiques (Van Giffen, 1913 ; Morales et Rosenlund, 1979 ; Brinkhuizen et clason, 1986 ; Bartosiewick, 1990), ainsi que dans l'identification des restes osseux dans la diète d'animaux piscivores (Raven, 1986 ; Feltham et Marquiss, 1989), également dans la détermination d'espèces au moyen d'usage de pièces anatomiques (Gallego, 1985, 1995, 1998).

Vasi'eva et Simonovic (1988) et Simonovic et Nikolic (1996) ont réalisé des œuvres morphométriques de l'ostéologie craniéenne de quelques espèces en particulier du genre *Neogobius* avec comme objectif de contribuer à la connaissance de la variabilité intraspécifique et de l'analyse phylogénétique du genre.

Cependant, jusqu'à présent, les études ostéométriques sur la famille des Gadidae sont inexistantes sauf les méthodes ostéométriques réalisées par Morales et Rosenlund (1979) sur le genre *Gadus*.

II.2.- Etudes réalisées sur le tacaud, *Trisopterus luscus*

Un certain nombre de travaux ont été effectués sur le tacaud *Trisopterus luscus*. Concrètement, nous pouvons citer les études faites sur l'écologie et sur d'autres aspects biologiques comme celles de Bevegnue (1971), Labarta et al (1975, 1982), Last (1978), Domannevskij et Patokina (1982), Lopez-Jamar et al (1984), Desmarchelier (1985), Puente (1986, 1988), Robin et Marchant (1986), Santos (1989), Martins et al (1990), Hamerlynck et Hostens (1993), Tirard et al (1993), Merayo et Villegas (1994), Merayo (1996); les études parasitologiques comme celles de Ganthier et al (1982), Evans et al (1983), Eira (1984), Merayo et Villegas (1993), Vam Damm et al (1996).

D'autres études ont été réalisées sur le tacaud *trisopterus luscus* ensemble avec d'autres espèces soit de la même famille, soit de famille différente. Parmi ces travaux, nous pouvons mentionner les études écologiques et biologiques comme celles de Labarta (1976), Last (1978), Armstrong (1982), Tassel et al (1985), Costa et Bruxelas (1989), Holmes et Henderson (1990), Fernandez et al (1995), Costa et Cabral (1999), Araujo et al (2000), Power et al (2000), Hoff (2003); les études parasitologiques comme les travaux de Broek (1979), Llewellyn et al (1980), Tirard (1992, 1993, 1996), Petter et Cabaret (1995), Vam Damm et al (1997).

Les travaux de Mattiangeli et al (2000) sur la génétique ont été porté sur les espèces du genre *Trisopterus* y comprise *T. luscus*. Les études de Le Bouteux (1992) ont mis l'accent sur la valorisation d'espèces de poissons dans le domaine industriel et parmi celles-ci figure le tacaud *Trisopterus luscus*.

Il faut aussi signaler que des études écologiques, biologiques et parasitologiques ont été effectuées sur les autres espèces du même genre *Trisopterus esmarkii* et *T. minutus*. Parmi ces travaux, nous pouvons noter ceux liés à l'écologique et à la biologie comme les œuvres de Gordon (1977), Boutier (1980), Blacker (1981), Floglia (1981), Domanevskij et Patokina (1982), Malyshev et Ostapenko (1982), Cooper (1983), Dann (1983), Tangerini et Arneri (1983, 19993) Bailey et Kunzlik (1984), Albert (1991, 1993, 1994, 1995), Morte et Sanz-Brau (1994), Politou et Papaconstantinou (1994), Paolini et al (1994), Olsen et Bjoerge (1994), Thomas Albert (1994), Bromley et Kell (1999), Gramitto (1999), Morte et al (2001), Sparholt et al (2002) ; Les études parasitologiques comme celles de Bastide-Guillaume et al (1985), Mork (1988), Daoudi et al (1989), Costa et al (1991), King et al (2001).

II.3.- Adaptation

II.3.1.- Adaptation aux conditions du milieu

L'adaptation est un concept qui paraît évident à tout le monde: un poisson est adapté à la nage puisqu'il a des nageoires, un oiseau est adapté au vol puisqu'il a des ailes. Si on veut donner une définition, on peut dire qu'un organisme est adapté au milieu où il vit s'il possède des organes qui lui permettent de vivre facilement dans ce milieu.

Les poissons sont soumis à de nombreux stress et à des variations du milieu (Vandeputte et Prunet, 2002) qui peuvent avoir des conséquences négatives plus ou moins importantes sur les performances de l'animal, aussi bien sur la croissance que sur la reproduction ou la résistance aux agents pathogènes (Pickering, 1992).

La partie centrale de la réponse de stress chez les poissons est constituée par l'activation du système sympathético – chromaffine et la stimulation concomitante de l'axe hypothalamus – hypophyse – interrénale qui conduit à une libération importante de cortisol (Wendelaar Bonga, 1997). Cette élévation de cortisol plasmatique est, à court terme, favorable pour le poisson (mobilisation de l'énergie, rétablissement de l'homéostasie…) mais, a par contre des effets négatifs sur différentes fonctions physiologiques (reproduction, croissance, immunité…) lorsqu'elle se maintient dans le temps (stress chroniques ou répétés) (Pottinger et Pickering, 1997).

Chez les poissons, l'adaptation a fait l'objet d'études sous divers angles. Kentouri et al (1992) ont testé douze populations équivalentes de Bars, *Dicentrarchus labras* dans des conditions semi – naturelles, et en situation d'auto – nourrissage (seft – feeding). L'adaptation à ce mode de nourrissage exige 15 à 20 jours, période durant laquelle les populations mettent en œuvre différents modèles comportementaux d'adaptation. L'adaptation doit être comprise comme la capacité à supporter des modifications du milieu. La température joue un rôle essentiel dans l'élaboration des performances des poissons du fait de la poïkilothermie (Vandeputte et Prunet, 2002). La tolérance aux

températures extrêmes présente donc un intérêt pour l'élevage. Des souches ayant une meilleure survie hivernale existe chez la carpe, et l'une d'entre elles, la souche "Ropscha" est largement utilisée en Europe du Nord (Babouchkine, 1987). Chez la truite à gorge coupée, a été observée une variation inter – souches, mais cette fois-ci pour la résistance aux chocs chauds (Wagner et al, 2001), et a été observée par ailleurs une interaction souche – température pour la vitesse de croissance chez la truite arc-en-ciel (Wangila et Dick, 1988). Au niveau familial, il existe une interaction entre génotype et température sur des caractères morphologiques et méristiques chez le saumon Keta, expliquant jusqu'à 30 % de la variation phénotypique (Beacham, 1990). Les travaux de Mercier (2002) ont révélé une contrainte importante exercée par la température chez les truites d'élevage. Cette contrainte se caractérise par une désensibilisation du myocarde à l'hormone du stress, l'adrénaline, preuve d'une sur-sollicitation du système cardio-vasculaire. Cette sur-sollicitation se traduit, *in vivo*, par des rythmes cardiaques élevés et constants, proche du maximum établi chez cette espèce à 17 °C avec, de plus, une absence de régulation cholinergique. Il a été également observé une stabilisation des performances cardiaques maximales (débit, volume d'éjection systolique et puissance) entre 14 et 18 °C. De plus, la taille des cardiomyocytes ventriculaires de l'espèce étudiée, triploïde, s'est révélée être supérieure à celle des diploïdes (poissons sauvages). La possibilité d'une hypertrophie des myocytes chez les triploïdes pourrait également expliquer la gravité des troubles cardiaques observés chez ce poisson d'élevage à 17 °C.

D'autre part, il a été observé un impact significatif de la température sur l'activité des cellules ventriculaires chez la sole et le bar. Globalement, une élévation de la température conduit à des réponses cellulaires plus importantes. Une plus grande quantité de calcium est impliquée dans l'élaboration de la contraction cellulaire. Ce résultat conforte les expérimentations menées à l'échelle tissulaire qui révèlent des forces isométriques développées par le ventricule plus soutenues à haute température. Néanmoins, l'impact exercé par la température est plus important chez le bar que chez la sole ce qui suppose une plus grande sensibilité du bar aux variations thermiques. De plus, certains organites cellulaires (notamment le reticulum sarcoplasmique) sont très fortement impliqués dans l'élaboration de la contraction cellulaire chez le bar et la sole contrairement à ce qui a pu être observé chez d'autres Téléostéens tels que les Salmonidés. Ces observations supposent des stratégies adaptatives différentes et plus complexes en fonction du degré d'évolution des espèces.

Pour chaque espèce de poisson, il existe une plage de températures estivales étroite et relativement unique à l'intérieur de laquelle les poissons connaissent une croissance optimale. Les poissons cherchent activement leur température idéale surtout pendant l'été, phénomène qui donne lieu à une répartition des espèces en fonction des conditions thermiques (G.C et E.U.A., 1997).

L'adaptation à la salinité peut aussi être un paramètre important pour les espèces d'eaux douce susceptibles d'être élevées en eau saumâtre. Des différences entre souches ont été trouvées chez le tilapia rouge (Romana-Eguia et Eguia, 1999) et chez la truite à gorge coupée (Wagner et al, 2001).

Concernant la résistance à un choc d'hypoxie, aucune différence n'a été trouvée entre 5 souches sauvages chez la truite à gorge coupée (Wagner et al, 2001), mais une forte héritabilité (0,51) a été trouvée chez la carpe (Nagy et al, 1980), avec toutefois un dispositif de petite taille et une confusion possible d'effets d'environnement commun.

Une tolérance au bas pH est également possible et présente un intérêt en particulier pour le repeuplement d'eaux acides (Vandeputte et Prunet, 2002). De fortes variations intersouches ont été rencontrées chez la truite commune (Gjedrem, 1976), tout comme chez le saumon atlantique (Donaghy et Verspoor, 1997).

Au delà de l'adaptation aux caractéristiques physico – chimiques du milieu, une variabilité génétique de l'adaptation au système d'élevage peut être observée. Ainsi, chez la carpe, la réponse de la croissance à une intensification de l'élevage varie selon les souches (Vandeputte et Prunet, 2002), ceci pouvant aller jusqu'à des inversions des classements entre souches (Moav et al, 1975 ; Gross et Wohlfarth, 1994). Chez le tilapia, on note aussi des interactions sur la croissance allant jusqu'à une inversion de classement entre 3 souches soumises à des régimes normaux ou pauvres en protéines (Romana-Eguia et Doyle, 1992). La densité d'élevage est aussi un facteur pour lequel une réponse différenciée peut exister entre génotypes, comme le montre une interaction famille – densité sur la croissance chez la truite (Bagley et al, 1994).

Nous constatons donc que les poissons sont appelés à s'adapter à la grande variété de conditions du milieu auxquelles ils peuvent être soumis, que ces variations soient liées au milieu naturel ou au techniques d'élevage.

Cependant, des capacités génétiques d'adaptation à différents environnements existent chez les poissons (Vandeputte et Prunet, 2002).

II.3.2.- La respiration

La respiration qui s'accommode de la plus grande diversité des formes, en dépit des différences morphologiques entre les espèces, se réalise toujours de manière assez semblable. Tous les muscles, qui y travaillent, participent aussi à d'autres fonctions en y fournissant, semble t-il, des efforts plus grands. La prise de nourriture et le crachement exigent en effet l'activité de tous les muscles et la mise en mouvement de toutes les unités mécaniques squelettiques en utilisant la plupart des possibilités de relations entre ces dernières. Ces fonctions, en plus de la respiration, modèlent la forme de la région céphalique. Ce modelage répond aux exigences simultanées de fonctions dont l'importance paraît hiérarchisée (Dullmeijer, 1974 cité par Vandewalle et Chardon, 1981). Ce compromis tient aussi en compte des nécessités spatiales en rapport avec les relations entre les organes et la forme générale, elle-même soumise à d'autres impératifs comme la locomotion et l'équilibration. La réalisation des quatre fonctions est basée sur un jeu de pompes aspirantes et foulantes qui établissent un courant d'eau dans les cavités buccale et operculaire (Vandewalle, 1979, 1980a, 1980b). Les forces nécessaires à l'établissement d'un courant d'eau sont plus faibles si l'eau est déplacée de manière rectiligne. L'efficacité des pompes devrait être meilleure chez les espèces à bouche antérieure que celles présentant une bouche ventrale (Vandewalle et Chardon, 1981).

L'opercule protège les branchies et participe avec la bouche à la circulation de l'eau qui apporte l'oxygène: quand la bouche est ouverte, l'opercule se ferme et inversement. Toute modification importante des pièces buccales entraîne un remaniement du reste de la tête du poisson (Vandewalle et chardon, 1981).

Les travaux de Gijen et Chardon (1976), Vandewalle (1978) et De la Hoz et Aldunate (1985) sur les possibilités de mouvements dans la tête de poissons, permet de comprendre que les mouvements de la bouche et de l'opercule au cours de la respiration entraînent la mise en activité de toutes les autres parties de la tête.

La température influe profondément la respiration. Les travaux de Cédric et al (2001) ont montré que la fréquence respiratoire et cardiaque du poisson augmente avec la température. Plus la température est importante, moins il y a d'oxygène dissout dans l'eau. Dans le même sens, Les études de Wang (2002) sur *Pagrosomus major* ont révélé que la vitesse de consommation d'oxygène augmente avec la température et que cette vitesse diffère entre le jour et la nuit ; elle est maximale pendant le jour. Les travaux de Mohamed et Kutty (1980), sur *Klinomugil corsula*, *Tilapia mossabica*, *Puntius sacana* et *Carassium auratus*, ont montré que les différences de réponses à l'oxygène dissout pourraient être dues à une dichotomie dans le comportement évolutif et avoir un rôle majeur dans la survie des espèces. Les études effectuées par Moreau (1988) ont révélé que des facteurs comme la température, la salinité et la masse corporelle modifient les vitesses de consommation d'oxygène en faisant varier les exigences énergétiques du poisson. Klyashtorin (1977) a effectué des travaux sur des espèces de poissons montrant que les poissons benthiques (*Scorpaena porcus*, *Uranoscopus scaber*) résistent mieux au déficit d'oxygène que les pélagiques (*Spicara smaris*, *Trachurus méditerraneus ponticus*).

Les travaux de Yang et Albright (1992) ont révélé que les diatomées détruisent l'intégrité physique de l'épithélium respiratoire de la truite arc-en-ciel (*Oncorhynchus mykiss*) et ceci peut avoir des conséquences pouvant aller jusqu'à l'installation d'un métabolisme anaérobie.

D'autres études ont porté sur les effets de polluants sur la consommation d'oxygène. Les travaux de Espina et al (2000) ont montré, sur la carpe *Ctenopharyngodon idella* exposée à des doses sublétales de cadmium et acclimatée à 26, 29 et 32 °C, que chez les petits poissons, la vitesse de consommation d'oxygène est compensée par l'efficacité d'extraction d'oxygène contrairement aux grands poissons. Ils ont ainsi révélé que l'efficacité d'extraction d'oxygène est une première réponse au stress dû à des concentrations sublétales de cadmium. Des études réalisées par Reddy et Bashamohideen (1995) sur la carpe (*Cyprinus carpio*) ont montré que la consommation d'oxygène diminue avec la toxicité de cyperméthrine. Pandey et al (2001) ont étudié l'effet des pesticides, métacide-50 (organophosphate), dithane (carbonite) et kelthane (organochlorine)., sur la consommation d'oxygène du poisson *Anabas testudineus*. Il ont ainsi trouvé que les pesticides entraînent une diminution significative de prise d'oxygène. Les travaux de Alcaraz et Espina (1995) ont montré que l'augmentation des doses de nitrite ne modifie pas l'efficacité de l'assimilation mais diminue les vitesses d'ingestion et de respiration des poissons. Sanoli et Kanabur (2001) ont mis en relief chez les poissons que la consommation d'oxygène diminue significativement avec l'augmentation de la concentration des polluants.

Contrairement aux poissons qui supportent mal les milieux hypoxiques, certains poissons semblent adaptés à ces types d'écosystèmes. C'est dans ce sens que les travaux de Abe et Steffensen (1996) ont montré que la respiration aquatique diminue avec l'augmentation de l'hypoxie chez *Lepidosiren paradoxa*, poisson rencontré le plus souvent dans des milieux très pauvres en oxygène.

II.4.-Asymétría fluctuante

II.4.1.- Plan général de l'étude de l'asymétrie fluctuante

La homéostasie du développement est la capacité d'un organisme pour affronter aux altérations génétiques et environnementales qu'il rencontre durant son développement pour ainsi produire un phénotype génétiquement prédéterminé (Waddington, 1942; Lerner, 1954).

Elle a deux composantes principales: canalisation et stabilisation du développement (Zakharow, 1989). La canalisation agit pour produire des phénotypes homogènes sous un rang déterminé de conditions génétiques et environnementales, pendant que la stabilité du développement réduit la variation phénotypique qui résulte d'une altération anormale des conditions antérieures (Lerner, 1954; Zakharow, 1989).

Sous les conditions optimales, le développement suit des règles génétiques déterminées (voie génétique); toute perturbation mineure durant celui-ci est prise en compte par les mécanismes de stabilité et la règle est restaurée dans sa trajectoire originale (Waddington, 1942; Zakharow, 1989), produisant le phénotype prédéterminé. Sous les conditions de stress, le mécanisme de stabilité s'affaiblit, de telle sorte que le développement ne peut plus se rétablir dans sa trajectoire originale et le résultat extrême est la production de phénotypes aberrants (Clarke, 1995b).

Les facteurs provoquant le stress ne sont nécessairement les mêmes qui causent les perturbations mineures du développement. Par exemple, les troubles secondaires qui font varier la ligne du développement peuvent être de légères variations de la température qui normalement sont amorties, pendant qu'un stress qui réduit l'efficacité des mécanismes amortissants peut être l'exposition aux métaux lourds. Cette distinction est généralement ignorée dans l'analyse de la stabilité du développement. Les organismes capables de mettre en jeu ces mécanismes ont un avantage sélectif et leur stabilité au cours du développement se considère une composante essentielle du *fitness* individuel (Clarke, 1995a).

La stabilité du développement d'un individu est influencée par le génotype et par le milieu. Par exemple, des lignées différentes montrent une stabilité différente dans des environnements identiques et des génotypes identiques montrent une stabilité différente dans des milieux différents (Zakharov, 1989; 1992).

Les bases génétiques de la stabilité du développement ont été l'objet de débat durant les dernières cinquante années entre les généticiens. Certains pensent que la stabilité du développement se voit affecter par la hétérozygotie ; c'est la "théorie de la hétérozygotie", selon laquelle les individus hétérozygotes sont plus stables dans le développement que leurs homologues homozygotes. Cela est dû par le fait que les premiers possèdent une efficacité biochimique supérieure, inhérente à eux. En effet, il y a des études qui montrent une relation positive entre hétérozygotie et stabilité (Soule, 1979; Kat, 1982; Vrijenhoek et Lerman, 1982; Biémont, 1983; Soule, 1988; Leary, Allendorf et Knudsen, 1984, 1985, 1992).

Autres disent que la stabilité du développement est le résultat d'un bilan génique basé sur l'histoire évolutive de l'organisme via la sélection naturelle: c'est la "théorie de la coadaptation génomique" (Dobzhansky, 1950; 1970; Mather, 1953, 1973 et Thoday, 1955). Il ya des études qui montrent que le niveau de stabilité décroît avec la disruption des complexes de gènes coadaptés (Dobzhansky, 1950, 1970 ; Mather, 1953, 1973 ; Thoday, 1955 ; Zakharov, 1981 ; Graham et Felley, 1985 ; Clarke et Mckensie, 1987, 1992 ; Leary, Allendorf et Knudsen, 1987 ; Mckenzie et Clarke, 1988 ; 1992a; Graham, 1992, 1993a, b ; Mфller et Swaddle, 1997;).

Cependant, dans tous les cas, il y a des exemples qui manquent de démontrer tout type de relation avec la stabilité du développement (Palmier y Strobeck, 1986).

En résumé, la théorie suggère que la stabilité du développement est une estimation indirecte du *fitness* des individus d'une population, pour ce qui est changements dans la stabilité du développement, on peut prédire changements postérieurs au niveau du *fitness*. Cette capacité de prédiction suppose que les changements dans la stabilité du développement peuvent se manifester au niveau du phénotype avant qu'un changement dans les composantes plus directes du fitness soit détecté, comme la fécondité (Clarke, 1995a). La validité de ce supposé a été démontrée dans au moins deux études (Clarke et al., 1986; Mckenzie, 1992a).

Différentes mesures sont utilisées pour évaluer la stabilité du développement. Entre elles sont incluses la fréquence des anomalies phénotypiques – variations mineures du phénotype normal d'un caractère donné (Lerner, 1954; Rasmuson, 1960) – et la variabilité individuelle. Cette dernière peut se quantifier comme différence de valeurs phénotypiques entre caractères de structures homologues séries ou comme **asymétrie fluctuante,** c'est-à-dire différence non directionnelle entre les côtés droits et gauches de caractères bilatéraux appariés, laquelle est la plus utilisée pour calculer la stabilité du développement (Thoday, 1955, 1958; Van Valen, 1962 ; Bonzom et Bergeron,1998).

Les formes idéales peuvent rarement se connaître à priori, cependant il se considère que les structures bilatérales des organismes avec symétrie bilatérale offrent un idéal précis de symétrie parfaite avec lequel les déviations peuvent se comparer (Palmer et Strobeck, 1986), en conséquence s'utilise une méthode très convenable pour évaluer les déviations de la norme et étudier les facteurs qui peuvent influer sur elles (Palmer, 1994).

Puisque le développement de structures morphologiques au niveau des deux côtés d'un organisme avec symétrie bilatérale est sous le contrôle génétique, il faut espérer que les deux parties soient identiques, le fait d'être le produit d'un même génome; l'asymétrie de ces structures peut indiquer la tendance d'un individu à se dévier du résultat programmé génétiquement durant le processus du développement. Les différences qui ne sont directionnelles entre les deux moitiés doivent être d'origine environnementale et refléter les altérations qui ont lieu pendant le développement et qui l'ont affecté (Waddington, 1942).

A l'étude de la distribution de fréquences de la mesure d'une structure bilatérale, exprimée par la différence D-G, trois paramètres ont été caractérisés par la combinaison différente de la moyenne et de la variance (Van Valen, 1962).

- L'asymétrie directionnelle existe quand un caractère d'un côté d'un individu a une plus grande valeur que son homologue; par exemple les gonades humaines du côté droit sont normalement plus grandes que celles du côté gauche. Les différences D-G se distribuent de forme normale autour d'une moyenne qui est significativement distincte de zéro.

- L'antisymétrie s'affiche quand l'asymétrie est la norme mais le côté qui présente le caractère grossi varie; par exemple, la plus grande pince du crabe du genre *Uca* apparaît avec la même fréquence dans le côté droit que dans la gauche. Ces deux asymétries, directionnelle et antisymétrie, se considèrent comme résultant d'un développement normal y par conséquent ne sont pas útiles comme indicateurs de perturbation dans le développement.

- L'asymétrie fluctuante (AF) se donne quand la symétrie est l'état normal et qu'il n'y a pas tendance d'un côté en avoir les plus grandes valeurs que l'autre; elle est d'origine environnementale et reflète les altérations qui affectent à l'individu au cours de son développement. Seule cette asymétrie se considère comme reflet des perturbations du développement et est par conséquent la forme unique de l'asymétrie qui peut être un indicateur útil d'organismes sujets au stress (Leary y Allendorf, 1989 ; Clarke et Ridsdill-Smith, 1990).

Théoriquement autres méthodes sont possibles, mais avec elles, il n'est pas possible de rencontrer des différences si elles existent entre les côtés droit et gauche (Palmer, 1994).

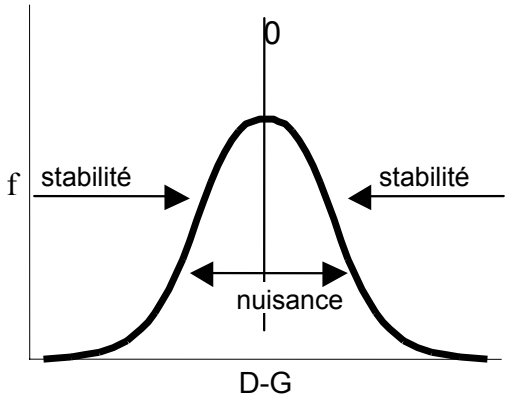


Figure 3 : explication de l'AF

Le niveau de AF est le reflet d'un compromis entre forces: la stabilité dans le développement et la nuissance dans le développement. D: mesure du côté droit; f: fréquence; I: mesure du côté gauche (source: Palmier, 1994)

Comme la stabilité du développement agit en supprimant les altérations qui surgissent tout au long du développement, la asymétrie fluctuante refléterait l'efficacité des mécanismes de stabilité (Adams et Niswander, 1967; Clarke et al, 1986). Ainsi donc, l'asymétrie fluctuante reflète un compromis du développement entre deux ensembles de processus présumablement indépendants mais opposés, groupés de forme générale sous les

noms de instabilité du développement et stabilité du développement. La stabilité du développement comprend un ensemble de processus qui tendent à résister ou à amortir les altérations dans un développement déterminé, pendant que la instabilité du développement, appelée aussi nuisance du développement, comprend un ensemble de processus qui tendent à perturber un développement déterminé. L'asymétrie fluctuante peut hausser à cause d'une augmentation de la instabilité du développement ou parce que descend la stabilité du développement, ou par les deux choses. Son degré d'efficacité ainsi comme sa capacité pour prédire les changements dans le *fitness* dépend des caractères choisis pour l'analyse (Clarke, 1995a)

Comme c'est l'analyse de la stabilité du développement, l'asymétrie a un rôle très important dans les travaux de conservation et de contrôle de la faune (clarke, 1995a).

La grande partie de la bibliographie traitée sur ces thèmes, si même elle n'est pas en rapport directe avec notre sujet, il est certain qu'elle peut nous apporter des données et des arguments intéressants pour la discussion des résultants obtenus.

II.4.2.- Etats des faits sur l'asymétrie fluctuante

Les travaux sur l'utilisation de l'asymétrie fluctuante sont relativement abondants, puisque beaucoup d'auteurs considèrent que la fluctuation de l'asymétrie est une arme potentiellement valide et peu coûteux pour la détection de stress de populations libres ou en captivité (Clarke, 1995 a).

Traditionnellement c'est l'unique type d'asymétrie acceptée pour l'étude des perturbations environnementales. L'antisymétrie et l'asymétrie directionnelle se considèrent comme conséquence de composantes génétiques méconnues et, par conséquent inappropriées pour mesurer les modifications environnementales et du développement.

Cependant il y a une controverse sur la possibilité d'utilisation de ces deux types d'asymétries de la même manière que la fluctuante, et ceci a entraîné une augmentation considérable de l'usage de l'asymétrie directionnelle et de l'antisymétrie comme mesures de la perturbation environnementale (McKenzie et Clarke, 1988; Leary et Allendorf, 1989 y Graham et al, 1993 a, b ; McKenzie et O'Farrell, 1993).

Freebairn et al (1996) ont réalisé un travail sur la mouche *Lucilia cuprina* dans le but d'éclaircir ce point. Dans ce travail se canalise l'asymétrie de phénotypes correspondants aux génotypes définis avec précision, après leur développement sous des conditions différentes. Les conditions du milieu qui sont modifiées sont les trois variables clés dans l'écologie du développement de cette espèce: température, densité larvaire et concentration de Diazinon insecticide utilisé dans le traitement de ce fléau. Les auteurs ont utilisé des individus de différents génotypes et les caractères analysés sont: le nombre de rayures sur le front, le bord extérieur des ailes et le nombre de poils de certaines veines des ailes.

La distribution des fréquences entre les côtés droit et gauche des trois caractères séparés a montré que les individus susceptibles aux variables utilisés présentent généralement une asymétrie fluctuante, tandis que les individus résistants montrent généralement l'antisymétrie. Ainsi donc, les niveaux d'asymétries des mouches

susceptibles étaient influencés par l'environnement tandis que ceux des mouches résistantes étaient indépendants des conditions environnementales.

Par conséquent et en conclusion l'antisymétrie peut indiquer des perturbations génétiques tandis que l'asymétrie fluctuante est une conséquence du stress environnemental. Cette conclusion est conforme au point de vue de Palmer y Stroberck (1986) selon laquelle il faut utiliser l'asymétrie fluctuante pour mesurer les perturbations environnementales au cours du développement.

Graham et al (1993 a, b) ont montré sur *Drosophila melanoganster* une transition de l'asymétrie fluctuante à la symétrie directionnelle en réponse à une augmentation des teneurs en benzène. McKenzie et al (1990) ont observé sur des génotypes de *Lucilia cuprina* qui présentent une antisymétrie des augmentations de la moyenne de l'asymétrie, comme réponse à une augmentation de la concentration de Dieldrine.

Nous pensons que l'asymétrie fluctuante peut être le correspondant de la variabilité phénotypique normale d'un caractère ou bien être indicatrice d'un début d'une altération due aux variations des conditions du milieu, tandis que les autres types d'asymétries indiquent le résultat d'une adaptation à de nouvelles conditions.

La majeure partie des programmes de biocontrôle utilisés comme systèmes de détection précoce correspondent à quatre catégories principales: analyses chimiques, toxicologie environnementales et vie libre, structure de la communauté, diversité et abondance des espèces et paramètres vitaux.

Le désir de solutionner les problèmes qui surgissent avec l'utilisation des analyses chimiques et de la toxicologie environnementale a fait surgir la notion de toxicologie de vie libre. Des essais ont été mener dans cette discipline pour analyser non seulement la concentration de contaminants dans la vie libre, mais aussi pour faire la corrélation entre ces concentrations et les effets biologiques sur le champ, comme le montrent les travaux de Kendall (1982, 1988, 1992), de Kendall et al (1990) et de Chapman et al (1993). Cette mise au point repose sur l'utilisation d'espèces sentinelles et sur la réalisation d'essais biologiques (Lower et Kendall, 1990).

L’évaluation de la structure de la communauté, en particulier de la diversité et de l’abondance des espèces dans les habitats, a été amplement utilisée durant les vingts dernières années pour contrôler les altérations environnementales (par exemple Dills et Rogers, 1974; Metcalfe, 1989; Moore et Bet, 1989).

La supposition élémentale sur laquelle s’appuient ces travaux est que les changements des habitats entraînent des changements d’abondance de certaines espèces ou de la diversité de la faune qui les habite (Ghetti et Bonazzi, 1977 ; Masson et al, 1985). Cette méthode s’utilise aussi pour évaluer l’efficacité des mesures prises pour réparer les dégâts que souffre un écosystème, en comparant les communautés avant et après les troubles à partir de leurs structures semblables (Anderson, 1990).

Les paramètres vitaux les plus utilisés dans ces études sont la survie et le succés reproducteur des espèces.

Dans la forme la plus simple, le contrôle se fait en présence ou en l'absence d'une espèce indicatrice, élue pour sa sensibilité au type d'altération que l'on veut étudier. Les travaux les plus complexes incluent le développement de systèmes de comptage très élaborés et des indices biotiques pour quantifier les résultats et sont utilisés dans les études comparatifs (Jackson et Resh, 1989; Metcalfe, 1989).

Malgré la popularité de cette méthode, l'usage de la structure de la communauté a des limites pour être utilisé de forme générale comme mesure sensible des perturbations environnementales: les données de survie et, dans certains cas, l'extinction locale de populations, n'ont pas la sensibilité nécessaire pour détecter les changements biologiques subtiles. En plus, la nécessité d'identifier un grand nombre de taxons et d'espèces requiert l'accès à des clés d'identification ou la collaboration avec des taxonomistes, ce qui rend difficile en grande partie le travail.

L'utilisation d'un nombre faible d'espèces indicatrices mitige en partie le problème; cependant l'identification d'un taxon indicateur adéquat est un problème et en plus, en général, il est nécessaire de bien connaître d'avance la tolérance spécifique à plusieurs agents contaminants (Cook, 1976).

La plus sérieuse difficulté est l'incapacité d'assigner les causes à n'importe lequel des changements ayant lieu dans la structure de la communauté. Par ailleurs, il est connu que beaucoup de populations ont de grandes fluctuations sous des conditions naturelles en absence d'altérations anthropogéniques. Ceci fait qu'il soit difficile d'identifier des populations de référence dans des buts comparatifs sans avoir une information considérable sur l'écologie de la communauté des espèces et de l'écosystème que l'on veut étudier, ce qui implique souvent des observations de terrain à long terme (De Pauw et Van Hooren, 1983; Tolkamp, 1985).

Comme dans le cas des études toxicologiques, les résultats sont souvent confus. De ce point de vue, Metcalfe (1989) a noté qu'il est extrêmement difficile de séparer les effets d'un produit chimique de ceux des autres et à la fois séparer ces effets de l'influence des autres facteurs environnementaux en relation ou non avec la contamination. Par rapport à cela, se trouve le problème de la possibilité de prédire les réponses dans la diversité des espèces ou dans les indices biotiques sous des conditions environnementales données. Il a été observé que la diversité augmente ou diminue suivant divers agents stressants et le sens des réponses est déterminé par le type de stress et par le degré de tolérance des espèces qui font partie de l'écosystème".

L'usage de cette méthode pour vérifier l'efficacité des corrections environnementales est aussi problématique. Il n'y a pas de raison de supposer que les communautés faunistiques qui surgissent après une altération se ressemblent à celles qui étaient pressentes antérieurement en ce qui concerne le nombre et le type d'espèces. Les communautés naturelles ont des fréquences très sensibles aux conditions environnementales et sont le produit d'évolutions successives produites durant plusieurs générations; il est donc improbable, étant donné un ensemble de circonstances environnementales similaires, qu'il puisse apparaître la même communauté juste après que soient disparues les altérations. En plus, ne sont pas seulement importants le nombre et la fréquence relative des espèces présentes dans l'habitat, sinon aussi le type d'espèces. Par exemple, un écosystème qui contient vingt espèces tolérantes après la réparation n'est pas

plus robuste que celui qui contient vingt espèces sensibles avant l'altération (Clarke, 1994).

Une autre technique habituellement utilisée dans le contrôle biologique mesure les paramètres vitaux sublétaux. La supposition sur laquelle reposent ces études est que le stress environnemental change les réponses biologiques normales d'un organisme soumis à celui-ci.

Sous des conditions normales, les processus biologiques d'un organisme - biochimiques, physiologiques, génétiques et développement - agissent avec un niveau déterminé d'efficacité, tandis que sous des conditions de stress cette efficacité varie, se réduisant dans la majeure partie des cas. La mesure des déviations de l'efficacité normale est la base de cette méthode.

Cette catégorie de preuves a été intégrée dans les études de toxicologie environnementale de vie libre avec un succès considérable pour l'évaluation de la qualité de l'environnement. Une série de paramètres vitaux sublétaux ont été proposés pour une variété d'organismes et de types de stress. En général, les réponses sublétales se regroupent dans cinq catégories principales : biochimiques, physiologiques, génétiques, du développement et du comportement.

Un des organismes plus utilisés dans ces analyses est un insecte diptère quiromonide (*Procladius*) qui montre une longue série de réponses sublétales lorsqu'il est soumis à divers stress environnementaux ; ces réponses incluent la réduction de la croissance larvaire (Kosawat et Knight, 1987), les changements des règles d'émergence des adultes (Mc Cahon et Pascoe, 1991) et l'augmentation de la fréquence des déformités structurales des antennes et autres structures de la capsule céphalique de la larve (Hamilton et Saether, 1971; Hare y Carter, 1976; Wiederholm, 1984 y Warwick, 1985, 1989).

L'incidence des déformités larvaires semble être un phénomène commun qui intervient dans un grand nombre de quironomides, benthiques et de vie libre, en réponse aux stress de diverses formes (Wiederholm, 1984 et Warwick, 1989). Warwick dans son travail de 1985 a réuni une base de données considérable de types de déformations en relation avec différentes sortes de stress et a développé divers indices pour leur usage en biocontrôle.

Diverses autres réponses sublétales d'invertébrés aquatiques ont été proposées pour cet usage et qui incluent : taux de croissance et consommation d'oxygène des crevettes et amphipodes (Kasymov et Velikhanov, 1992), taux de filtration des moules (Donkin et al, 1989), longévité, flux de sodium et vitesse des battements du coeur, croissance, alimentation et respiration des daphnies (Locke, 1991), bilan énergétique des amphipodes (Maltby et al, 1990), taux de développement et capacité d'éclosion de *Artemia* (Pandy et Mac Rae, 1991), accumulation de protéines liées au cadmium chez les crevettes (Howard et Hacker, 1990) et la grosseur de la coquille et relation poids/volume chez les huîtres (Marcus et al, 1989). Il a été aussi très amplement utilisé les réponses sublétales chez des poissons comme les taux de croissance, taux de respiration, etc. pour contrôler la qualité de l'eau (Morgan et Kuhn, 1979; Hayward et al, 1988; Haasch et al, 1989; Munittrick et Dixon, 1989; Falk et al, 1990; Atland et Barlup, 1991).

L'asymétrie fluctuante s'utilise dans quelques occasions pour identifier des populations de référence dans des buts comparatifs et analyser les réponses des organismes aux différences entre habitats.

Quand on tente d'évaluer la situation dans laquelle se trouve un environnement naturel par cette méthode, il est nécessaire de l'appliquer directement aux individus provenant de populations naturelles; vu la complexité des environnements naturels si on les compare avec les conditions de laboratoire, il n'est pas approprié d'extrapoler les observations faites dans ce dernier, particulièrement s'ils sont à utiliser pour faire des prédictions au sujet des réponses des organismes sous des conditions naturelles.

Bien entendu, toutes les techniques ont leurs désavantages. Pour qu'une analyse de stabilité du développement reflète les changements causés par des agents stressants, les caractères élus pour l'analyse doivent avoir été développés pendant la période d'exposition aux dits agents. Ceci n'est pas problématique dans les cas où le temps d'exposition est supérieur que celui requis pour une génération de l'organisme à étudier; dans un tel cas peuvent s'étudier les adultes comme produits finaux du développement, ou bien utiliser les caractères présents dans les stades immatures. Quand le temps de génération est long ou le temps d'exposition à l'agent stressant est court ou restreint à l'adulte, il peut y avoir un problème qui peut s'éviter en choisissant un caractère dont le développement se fait au cours de la vie de l'adulte, comme c'est le cas des dents, mais il faut être très prudent dans ce choix.

La nécessité d'échantillons relativement grands - minimum de trente individus - pour que les analyses statistiques soient valides peut poser de limites dans certains cas (Clarke, 1995 a).

L'asymétrie fluctuante s'utilise comme une estimation relative de la stabilité du développement pour lequel il n'y a pas d'étalon ou valeur de référence de l'asymétrie à laquelle nous pouvons nous référer comme normal. On ne peut pas se faire aucun déduction ou arriver à aucune conclusion au sujet du niveau de stabilité d'une population donnée par comparaison avec une population contrôle ou de référence (Clarke, 1993 a, 1994) qui n'a pas été soumise à aucun type de stress (population idéale). Dans cet aspect les séries temps avant et temps après conçues expérimentalement ou par des études successives au cours du temps, sont les plus informatives et sont distinctement plus robustes pour identifier des populations vulnérables aux stress environnementaux (Stewart-Oaten et al, 1962). Les collections de musées peuvent être utilisées comme populations de référence.

II.4.3.- Organismes en milieux contaminés

Quand les polluants sont versés dans l'eau, ils entrent dans un système dynamique; ils ne sont seulement dilués et dispersés mais aussi ils sont intimement inclus dans les complexités de la trame d'alimentation biologique. Cette trame alimentaire embrasse tous les animaux vivants. Les toxiques ne sont pas seulement dilués, mais qu'ils vont se concentrer dans la biomasse tout au long de la chaîne trophique.

Les activités nutritionnelles, reproductrices, génétiques, métaboliques et respiratoires des organismes peuvent êtres sérieusement altérées ou endommagées, pouvant aboutir à la destruction de certaines populations et dans le développement de groupes opportunistes, occasionnant un déséquilibre des structures des populations normales qui représente un déséquilibre de l'écosystème.

Dans les milieux contaminés, les espèces qui ne tolèrent pas la contamination meurent, en laissant l'espace aux formes plus tolérantes.

Les espèces opportunistes qui remplacent celles qui disparaissent sont très prolifiques, souvent fugaces et leur abondance peut fluctuer nettement dans le temps et dans l'espace. Il faut très bien tenir en compte que la productivité n'est pas elle même l'indice de stabilité et succès d'une communauté. Patrick et Strawberidge (1963) signalent que "les changements dans l'abondance relative d'une espèce dominante ne sont pas nécessaires corrélations avec les changements dans la charge de contamination, mais ils peuvent se devoir aux changements dans l'environnement naturel".

Bien que la majeur partie des eaux non contaminées possède une faune sans espèce dominante, un environnement contaminé peut présenter peu d'espèces avec grande abondance d'individus, le manque d'information auprès de la faune normale dans notre habitat a fait que les biologistes qui étudient la contamination aient favorisé le concept d'organismes indicateurs. Ce concept est fondé dans la prémisse que la présence ou l'absence d'un organisme dans un habitat donné est un indicateur de la qualité de l'habitat en question, et, par extension de la santé de l'écosystème total. Días (1992) indique qu'il est nécessaire de reconnaître que les espèces indicatrices ont une capacité limitée pour attribuer la cause et l'effet aux changements qui s'observent dans les études de contamination.

Les règles plus récentes dans l'utilisation des espèces indicatrices vont de l'étude de la réponse au niveau de la population à l'examen d'organismes individuels et leur réponse aux niveaux anatomiques, physiologiques et cellulaires: le concept de biomarqueur. C'est-à-dire que les études comparatives traditionnelles de distribution, d'abondance et de diversité peuvent être complétées ou remplacées par d'autres qui inclussent les études de croissance, de reproduction, de structure de population, d'anatomie, de physiologie,etc..

Les organismes indicateurs ont très peu de valeur comme mesure de contamination, au moins qu'ils passent la plus grande partie de leur cycle vital dans la zone d'investigation. Il faut s'assurer qu'ils soient exposés continuellement à la contamination.

II.4.4.- Caractères utilisés dans l'étude de l'asymétrie fluctuante

Quand la symétrie d'un caractère est essentielle pour le fonctionnement normal d'un organisme, de telle manière que l'altération mineure suppose des coûts significatifs pour le *fitness*, on peut espérer que les changements soient neutralisés ou canalisés, ce qui implique que l'asymétrie en eux est extrêmement rare et c'est pourquoi ces caractères ne sont pas utiles dans les études de stabilité.

A l'autre extrême, certains caractères hautement labiles qui n'exigent pas une symétrie stricte pour leur fonctionnement peuvent montrer de hauts niveaux d'asymétrie

sous des conditions optimales; dans ce cas l'asymétrie peut être grandement ou faiblement influencée par le stress.

Les caractères idéaux devraient avoir une symétrie de base fonctionnelle et être capables de résister aux fluctuations mineures de la symétrie sans engendrer de pertes significatives dans le fitness individuel (Clarke, 1995a).

Gummer et al (1995), dans une étude réalisée sur l'asymétrie fluctuante du tibia et de l'avant-bras de la chauve sourie *Myotis lucifugus*, sont arrivés à la conclusion selon laquelle les caractères morphologiques peuvent être ordonnés en fonction de leur importance fonctionnelle suivant le degré d'asymétrie rencontré dans chacun, l'asymétrie fluctuante étant tant faible que l'importance fonctionnelle est grande.

Soule (1988) a développé la théorie de la variation alométrique, qui établit que lorsque la complexité d'un trait est grande, une faible variation phénotypique est due au fait que l'influence du hasard, inhérent à tous les processus de développement, est amortie en proportion aux dimensions ou au nombre de composants du caractère. Une conséquence de cette théorie est que la contribution génétique additive au phénotype s'accroît avec la complexité. Par conséquent on peut espérer que les caractères complexes montrent une capacité relativement grande d'être fortunés.

Le développement des ectodermes peut être plus sensible aux variations environnementales et génétiques que les endodermes, du fait que les premiers sont les meilleurs contrôleurs du stress environnemental (Leary et Allendorf, 1989).

Deux types de caractères peuvent être utilisés dans l'étude de l'asymétrie : méristiques et métriques.

Les caractères méristiques sont ceux qui peuvent présenter une variation en nombre et en position, ils peuvent se mesurer avec fréquence sans erreur, ce qui évite la répétition de la mesure (Jagoe et Haines, 1958). Ils peuvent s'affichés très tôt dans le développement et alors il n'y a pas de variation sensible avec la taille du corps ou avec l'âge (Taning, 1952). Il faut faire beaucoup d'attention avec les caractères qui présentent rarement une grande différence d'un des côtés d'un échantillon donné. Cependant lorsque les caractères sont faciles à compter, avec une faible erreur ou sans erreur, montrant une variation modérée entre les côtés et qu'en plus le dénombrement est indépendant ou presque soit de la taille du corps ou soit de l'âge. Les caractères méristiques sont qualifiés comme idéaux pour l'étude de l'asymétrie fluctuante (Palmer, 1994).

Dans les caractères mètriques, la variation est continue, de sorte que la possibilité de détecter des différences entre les côtés est limitée uniquement par la précision et la prudence dans la mesure. Pratiquement n'importe quel caractère peut être utilisé. Les erreurs de mesure génèrent la même règle de variation entre les côtés que l'asymétrie fluctuante et, par conséquent il est nécessaire de faire une estimation d'erreur sur la mesure pour confirmer que les différences entre les côtés sont plus grandes que la mesure de l'erreur. Souvent la différence entre les côtés augmente avec la taille du caractère choisi, de sorte qu'il est nécessaire de faire une correction de la dépendance de la taille de D-G.

Comme règle, pour étudier les différences dans la stabilité du développement entre échantillons, il est préférable d'utiliser plusieurs caractères (Leary et Allendorf, 1989;

Palmer et Strobeck, 1992). Si plusieurs caractères montrent une variation similaire en valeur absolue, on a une grande confiance en ce que celle-ci est de quelque manière réelle et non un artifice ou quelque chose de caractéristique d'un caractère en particulier. Alors, autant que possible, il faut examiner l'asymétrie fluctuante pour plusieurs caractères (Palmer et Strobeck, 1992).

II.4.5.- Mesure des Asymétries fluctuantes

Les légères déviations de la symétrie se décrivent communément par les distributions de fréquence de la droite moins la gauche (D-G); chaque type d'asymétrie se caractérise par une combinaison de la moyenne et de la variance de ces différences. L'asymétrie directionnelle montre une distribution normal des différences D-G autour d'une moyenne qui est significativement supérieure ou inférieure à zéro. L'antisymétrie se distingue par une distribution platikurtique ou bimodal de ces différences autour d'une moyenne égale à zéro. L'asymétrie fluctuante diffère des deux antérieures parce que les différences D-G montrent une distribution normale avec une moyenne égale à zéro (Palmer et Strobeck, 1986; Van Valan, 1962).

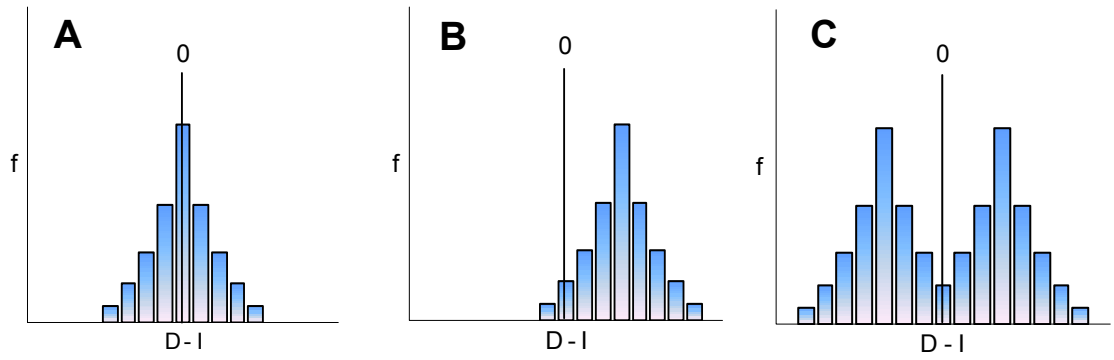


Figure 4 : Règles typiques de la distribution de D-G en organismes bilatéraux. A: asymétrie fluctuante; B: asymétrie directionnelle; C: antisymétrie. D: mesure du côté droit; f: fréquence; I: mesure du côté gauche.

Les études de l'asymétrie fluctuante visent à discerner les différences entre les côtés dans deux échantillons ou plus. Puisque les différences sont souvent trop petites, généralement inférieures du 5% et souvent inférieures aussi du 1% du trait choisi, on doit faire très attention dans la prise des mesures et dans les analyses pour maximaliser les probabilités de détecter les différences (Palmer, 1994).

Plusieurs différents indices ont été utilisés pour quantifier le niveau de l'asymétrie fluctuante. Les plus utilisés ont été énumérés (Palmer, 1994).

● En valeur absolue |D-G| (sans signe) pour un seul caractère.

AF = moyenne (=media) |D-G|. C'est probablement le plus útil pour les échantillons de taille modérée à grande (plus de 30). Il peut être utilisé dans le cas des petits échantillons mais en sacrifiant le pouvoir statistique. Il faut l'utiliser seulement quand il n'y a pas d'asymétrie directionnelle ni antisymétrie et quand D-G ne change pas avec la taille de l'individu.

AF = moyenne [|D-G| / ((D+G)/2)], on l'utilise seulement quand il est évident que D-G dépend de la taille entre les individus dans l'échantillon.

AF = moyenne |D-G| / moyenne ((D-G)/2), on l'utilise pour comparer des échantillons et seulement quand il est évident que la grandeur de D-G dépend de la différence de la taille des individus entre des échantillons.

● Avec signe (D-G), pour un seul caractère.

AF = variance (D-G). C'est le plus effectif pour détecter les différences entre deux échantillons. Elle n'est pas influencée par l'asymétrie directionnelle mais par l'antisymétrie. On ne peut l'employer quand il y a des différences de taille entre les individus.

AF = variance [|D-G| /((D+G)/2)]. Elle semble à l'antérieure mais on l'utilise seulement quand il est évident que D-G dépend de la taille entre individus dans un échantillon.

AF = variance (D-G) / moyenne ((D-G)/2. On l'utilise pour comparer des échantillons et seulement quand il est évident que la grandeur de D-G dépend de la différence de la taille des individus entre des échantillons.

● Pour plusieurs caractères.

Etant Ai = $\sum$ |D-G| l'asymétrie pour un individu de tous les caractères, l'indice d'asymétrie AF pour un échantillon est = $\sum$ Ai / N, d'oú N est égal au nombre d'individus de l'échantillon. Il peut donner une estimation très précise de l'asymétrie globale d'un individu et combine l'information de tous les caractères dans un indice simple pour un échantillon. Il peut être valable uniquement pour les traits méristiques ou pour la déviation phénotypique. Il est très influencé si l'asymétrie directionnelle ou l'antisymétrie sont présentes dans un caractère.

L'asymétrie directionnelle et l'antisymétrie peuvent se rencontrer dans certains indices de l'asymétrie fluctuante et les rendent inutiles comme mesure de la stabilité du développement. S'il est nécessaire, la présence de l'asymétrie directionnelle doit être éliminée statistiquement en éliminant (moyenne (D-G)/2) du côté qui a la plus grande moyenne et en l'ajoutant au plus petit côte, dans tous les individus de l'échantillon. Cependant, il demeure l'inquiétude au niveau de la validité d'inférer des niveaux de stabilité du développement en utilisant cette classe de variation corrigée.

Quand on applique des tests pour rencontrer des différences par l'asymétrie directionnelle entre échantillons, la possibilité de les détecter dépend beaucoup de la taille de l'échantillon (Smith et al, 1982). Quand on s'intéresse à vérifier s'il y a possibles déviations de la normalité, il est recommandable d'utiliser des échantillons de 40 à 50 individus (Palmer, 1984).

Puisque les erreurs des mesures alternent les différences entre échantillons y peuvent donner l'illusion que la variation D-G est différente à la réalité, il est essentiel de tenir très bien cela en compte dans la prise de mesures qui s'effectuent dans les individus des

échantillons. Idéalement tous les caractères étudiés devraient être mesurés par au moins deux fois (Palmer, 1994).

Les systèmes d'analyse d'images par moyen du vidéo offrent une méthode qui attire par sa simplicité et apparemment est la plus sure pour quantifier la taille et la forme des structures. Elle est très utile pour les études morphométriques conventionnelles, mais cependant, pour les études de l'asymétrie fluctuante, il faut faire très attention dans la détermination de la taille de l'erreur relative due à la pixellisation pour calculer la moyenne des différences entre les côtés. L'erreur de pixellisation est un problème pour les études de l'asymétrie fluctuante, due par le fait que la majorité des systèmes d'images ont une résolution assez basse et, comme la différence entre les côtés dans les études de l'asymétrie fluctuante est de l'ordre du 1% du trait, l'erreur de pixellisation peut masquer une fraction substantielle de la différence entre les côtés.

II.4.6.- Travaux utilisant l'asymétrie fluctuante

II.4.6.1.- Généralités

Beaucoup d'études ont utilisé la stabilité du développement reflétée dans l'asymétrie fluctuante comme indicatrice du stress au niveau des populations d'espèces menacées ou en danger. Ainsi, les relations entre la stabilité du développement et le stress environnemental ont été démontrées dans un certain nombre d'organismes. Il a été observé des variations de l'asymétrie chez les lézards (Sarre et Dearn, 1991), asymétrie sur les plumes d'oiseaux et modification de la structure de l'habitat (Witer et Lee, 1995), asymétrie de poules en captivité et leur relation avec la densité d'individus (Möller et al, 1995), crânes de musaraignes et concentrations minéraux lourds (Pankakoski et al, 1992), asymétrie de l'humérus de rats et stress environnemental (Siege et Doyle, 1975b), caractères dentaux chez les rongeurs et stress audiogénique prénatal (Siege et doyle, 1975a), variabilité morphologique au niveau du léopard (Wayne et al, 1986; Modi et al, 1987; Kieser et Groeneveld, 1991), caractères de la crâne de phoques baltiques et contamination avec PCB et DDT (Zakharov et Yablokov, 1990), caractères morphologiques de la *Chrysopa perla* (Clarke, 1993a), et d'autres invertébrés d'eau douce (Diptères) et invertébrés marines (Isopodes, Amphipodes, et Décapodes) et contamination environnementale (Clarke, 1993b), etc..

L'asymétrie fluctuante et prédation ont été positivement corrélées en organismes (*Musca domestica*, *Hirundo rustica*, etc.), de la même manière que le parasitisme (Mϕller et Swaddle, 1997).

En plus de son utilisation comme indicateur du bien être animal l'asymétrie fluctuante est corrélée avec l'aptitude biologique (Jones, 1987) et poudrait être utilisée dans l'amélioration génétique pour sélectionner les animaux potentiellement plus viables y plus productifs. Ceci se voit dans les travaux de Manning et Ockenden (1994) sur la vitesse des chevaux de course, de Manning et al (1995 et 1996) respectivement sur la production de sperme chez les béliers et sur la production de lait au niveau des vaches. Dans tous les cas, les meilleurs animaux sont les plus symétriques. Des résultants comparables ont été rencontrés sur d'autres organismes (Mϕller et Swaddle, 1997).

Bien qu'il ait nombreux travaux présentant comme résultat une corrélation positive significative entre l'asymétrie et un ou plusieurs paramètres du *fitness* (Möller, 1995; McKenzie et al, 1990; Leary et al, 1992; Clarke et McKenzie, 1992b; Thornhil, 1992; etc.), on note peu d'études utilisant spécialement la stabilité du développement comme mesure substitut du *fitness*. Un travail de ce type est celui de Quattro et Vrijenhoek (1989) sur l'espèce en danger d'extinction *Poeciliopsis occidentalis*.

Des aspects intéressants sont la relation entre l'asymétrie fluctuante et le comportement: préférence de la femelle de *Panorpa japonica* (Mécoptère) par le phéromone de mâles de basse asymétrie fluctuante dans laquelle la longueur des ailes a été prise en compte (Thornhil, 1992); influence de l'asymétrie fluctuante du mâle dans l'accouplement de *Iscnura denticollis* (Odonates) (Córdoba Aguilar, 1995); influence négative de l'asymétrie fluctuante des mâles de *chironomus plumosus* dans l'accouplement (McLachlan, 1983); etc. et l'asymétrie fluctuante provoquée par parasites (Möller, 1996).

L'augmentation de l'asymétrie fluctuante au niveau de différents taxons animaux a été relationnée avec la présence de pesticides (Valentine et Soule, 1973; Allenbach et al, 1999; Harderson et al, 1999; Parson, 1990, Möller et Pomiankowski, 1993b, Möller et Swaddle, 1997), la présence de métaux lourds (Rabitsch, 1997; Groenendijk, 1998), insecticides (Leamy et al, 1999), le stress thermal (Ames et al, 1979) ou la toxicité du milieu (Valentine et al, 1972; Siegel et al, 1977; Graham, 1993a; Graham et al, 1993b; Kanzie et O'Farell, 1994). Clarke et Ridsdill-Smith (1990) ont utilisé la fluctuation de l'asymétrie comme indice de la stabilité du développement pour mettre en évidence l'effet de l'exposition à l'avermectine B_1 au cours du développement de *Musca vetustissima*. Ainsi, ils ont trouvé une corrélation positive entre l'AF des longueurs des veines de l'aile et le traitement à l'avermectine B_1.

Il faut signaler qu'une partie de la biobliographie traitée dans cette partie est tirée de l'œuvre de Castán Lanaspa (2002) et Polak (2003).

II.4.6.2.- Cas des poissons

L'asymétrie a été amplement étudiée sous divers contextes écologiques et évolutifs (Mфller et Swaddle, 1997) dans de nombreux milieux pendant cette dernière décennie (Palmer, 2000; Hogg et al, 2001) inclus les écosystèmes marins et aquatiques. Certains de ces études ont porté sur les poissons.

Ainsi, il a été observé des corrélations entre le niveau de l'asymétrie de la nageoire pectorale chez des populations de raies (*Leuresthes tenuis*) et concentrations de DDT (Valentine et Soulé, 1973; Valentine et al, 1973), nageoires de *Myxocephalus quadricornis* et concentration de dioxine (Bentgsson et al, 1985), nageoires de la truite arc-en-ciel et température de l'eau (Leary et al, 1992).

Φxnevad et al (2000) ont étudié la relation entre l'asymétrie fluctuante et certaines caractéristiques du *fitness* individuel de femelles de perches de lacs acidifiés et de lacs non acidifiés. Trois structures méristiques ont été choisies des deux côtés: le nombre de peignes branchiales, sur les portions inférieures et supérieures du premier arc branchial et le nombre de rayons de la nageoire pectorale. Quatre caractéristiques liées au *fitness* ont été mesurées: la masse sèche des gonades et des oeufs, l'indice gonado-somatique et la fécondité.

Les conclusions aboutissent sur des variations significatives de l'asymétrie fluctuante entre les cinq populations de perches au niveau du nombre de rayons de la nageoire pectorale et du nombre de peignes branchiales supérieures. Aussi, l'asymétrie était plus importante chez les poissons de lacs acidifiés.

Ryabov et Kryshev (1991), travaillant sur une quinzaine d'espèces de poissons collectées dans des eaux de refroidissement de la Centrale Nucléaire de Léningrad, ont montré que, généralement la variance de l'asymétrie fluctuante est significativement élevée dans ces eaux de refroidissement et qu'une forte corrélation a été trouvée entre la dose moyenne de la radiation et la variance de l'asymétrie fluctuante des poissons.

Somarakis et al (1997) ont étudié l'asymétrie fluctuante du caractère otolithe (contour digitalisé) d'un échantillon de larves d'anchois collectées dans le nord de "Aegean Sea" (Méditerranée Est) et observé que l'AF du contour digitalisé est indépendante de la taille du poisson.

Valentine et al (1975), en utilisant l'asymétrie fluctuante, ont montré que les rayons des poissons marins côtiers sont plus asymétriques dans les eaux polluées que dans les eaux limpides.

De la même manière, Bonzom (2000) a montré l'effet négatif du biocide sur les poissons et alors souligne que l'asymétrie fluctuante peut être utilisée pour détecter précocement les impactes négatifs des pesticides.

Les travaux de Hoff et al (2003) ont trouvé que le polluant (l'acide sulfonique perfluooctane) pourrait contribuer à l'induction du dommage hépatique chez *Trisopterus luscus.* Les principaux facteurs connus, causant les anomalies du squelette chez le poisson, y compris les anomalies spinales et vertébrales sont entre autres les substances toxiques (Couch et al, 1979; Von Westernhagen, 1988; Bengtsson et al, 1988; Caris et Rice, 1990, Pereira et al, 1992), déficits diététiques (Halver, 1972; Soliman et al, 1986a,b; Dabrowski et al, 1990), infections parasitaires (Hoffman, 1962; Lom et al, 1991; Treasurer, 1992), développement embryonnaire défectueux et raisons génétiques (Taniguchi et al, 1984; Koumoundouros et al, 1997), températures de l'eau peu convenables, fluctuations de salinité de l'eau, niveaux bas de l'oxygène dissout, le rayonnement (x-irradiation et irradiation ultraviolette), courant électrique (Bengtsson, 1975; Brook, 1975; Fonds, 1975; McCormick, 1978; Coobs et Hiby, 1979; Oozeki et Hirano, 1985; Akiyama et al, 1986; Seikai et al, 1987; Korwin-Kossakowski, 1988, Wiegand et al, 1989).

Les déformations internes ou externes des poissons qui se produisent au cours des stades larvaire et juvénile peuvent s'expliquer par des conditions environnementaux abiotiques défavorables (Bolla et Holmefjord, 1988; Wiegand et al, 1989; Polo et al, 1991), déficiences alimentaires (Soliman et al, 1986a,b; Dabrowski et al, 1990), infections (Lom et al, 1991; Treasurer, 1992), polluants (Von Westernhagen, 1988; Bengtsson et al, 1988; Caris et Rice, 1990, Pereira et al, 1992) et raisons génétiques (Taniguchi et al, 1984).

Des études (Valentin, 1975; Bengtsson et al 1985, 1988; Mayer et al, 1986) ont montré l'influence des hydrocarbures et des métaux lourds chlorés sur les anomalies des poissons. Les travaux de O'Brien (1967) ont montré que les pesticides

d'organophosphorés (malathion) et les hydrocarbures chlorés (toxaphene) provoquent des effets néfastes sur le système nerveux des poissons. Cadnium et zing entraînent les mêmes effets sur leurs fibres musculaires (Sandow et Isaacson, 1966; Stanfield, 1973 cités par Bengtsson (1975)).

Ceci montre que l'environnement pollué ou physiquement modifié peut entraîner un développement anormal des poissons, d'où évidemment une asymétrie qui pourrait être importante..

L'utilisation des poissons comme indicateurs de la qualité écologique des écosystèmes marins ou aquatiques s'affichent dans les travaux de Hoffmane (1960), Halver, 1972, Bengtsson et al (1985, 1988), Bengtsson (1975), Valentine (1975), Couch et al (1979), Mayer et al (1986), Von Westernhagen (1988), Caris et Rice (1990), Preira et al (1986), Araujo et al (2000), Bonzon (2000), Φxneva (2000), etc.. Ceci est dû d'une part, par leur grande capacité adaptative, pour la plupart, qui les permet de coloniser suivant la période les différentes tranches d'eaux et/ou le fond marin ou aquatique et de l'autre, par leur vie permanente dans l'eau. Ce qui suppose qu'ils peuvent refléter fidèlement les changements écologiques et géographiques du milieu.

II.5. Méthodologie: Utilisation des rayons X

Chez certaines familles de poissons comme les *Gobiidae*, les techniques de transparents et de teinte ont été amplement utilisées dans les analyses ostéologiques (Winterbottom, 1981 ; Murdy, 1985; Rojo, 1985 ; Gilbert et Burgess, 1986; Adriaens et al, 1993). Entre ces techniques d'éclairage et de teinte, se singularisent les méthodes de : Taylor (1967), Dingerkus et Uhler (1977), Goodchild (1981), Hanken et Wessersug (1981).

Cependant les radiographies ont montré être utiles dans l'obtention d'information squelettique dans les études méristiques et morphologiques de systématique sur la famille des *Gobiidae* : Fonds (1971) étudie la variation du nombre de vertèbres de l'espèce *Pomatoschistus minutus minutus* et *P. lozanoi* (*Gobiidae*) de la Mer Wadden (Holande) ; Klausewitz (1975) fait utiliser la radiographie pour l'analyse des holotypes d'une espèce *Cabillus anchialinea* (*Gobiidae*, *Gobiinae*); Winterbottom (1976) utilise cette technique pour comparer la première épine hémale de distinctes espèces de gobies sudafricains ; Akihito (1986), dans son étude de certains caractères morphologiques considérés d'importance dans la phylogénie de gobidés, chez certaines espèces, examine l'os infraorbital au moyen de la radiographie.

L'usage des radiographies a été aussi amplement utilisé dans les étude toxicologiques et parasitologiques pour vérifier les déformations du squelette (Bengtsson et al, 1975 ; Couch et al, 1979 ; Bengtsson et al, 1986, 1988a, 1988b, Daoulas et al, 1991 ; Treasurer, 1992 ; Koyama, 1995).

D'autre part, l'utilisation de radiographie dans les analyses ostéométriques à l'aide de la morphométrie géométrique est plus bien rare, puis que seulement a été rencontré un exemple dans lequel, se présente l'usage de radiographie pour l'analyse morphométrique au moyen de marques et pseudomarques anatomiques du contour du squelette d'un poisson transi de froid, pour l'étude de changement de forme entre deux poissons de la même famille (Bookstein et al, 1985).

MATERIALE ET METHODES

III.- MATERIEL ET METHODES:

III.1.- Provenance du matériel

Le nombre d'exemplaires, sur lesquels a été porté l'étude, était de:

a) 40 (juillet 2003) plus 50 (mai 2004) dans la Ria de Vigo
b) 50 (mai 2004) dans les côtes atlantiques d'Andalucie
c) 30 (juillet 2003) dans les côtes méditerranèennes de Valence.

Les exemplaires ont été sélectionnés au hasard en prenant en considération toutes les tailles des poissons capturés par les pêcheurs professionnels. Postérieurement, les exemplaires ont été congelés et étiquetés pour leur conservation.

Il faut signaler que tous les exemplaires ont été jeunes ou adultes ayant une taille supérieure à la taille mininale commerciale.

La nécessité d'échantillon relativement grand (minimum de trente individus) pour que les analyses statistiques soient valides peut poser de problèmes dans certains cas (Clarke, 1995).

C'est pourquoi, pour plus de respect aux règles statistiques, nous avons choisi pour chaque site un nombre d'exemplaires supérieur ou égal à 30 poissons.

III.2.- Préparation du matériel.

Pour obtenir chacun des os, nous avons procédé à une dissection des individus, sans appliquer aucun traitement. Cependant, dans certains cas, nous avons soumis aux poissons une légère cuisson dans de l'eau chaude (pendant approximativement cinq minutes).

La première manière est plus recommandable dans la mesure où les os et cartilage ne se dépositionnent pas, ni se perdent les détails de leurs relations avec d'autres os, cartilages, viscères, etc. dans ce même cas, il est possible d'observer les éléments d'union c'est-à-dire les ligaments et les éléments vasculaires et nerveux. La seconde manière est utile pour rendre agile la dissection, obtenir rapidement une notion de la quantité d'os et de cartilages, et de faciliter leur nettoyage mais on peut courir le risque de perdre certaines pièces osseuses.

La dissection a été effectuée de façon topographique par unité squelettique, avec instrument approprié, suivant l'ordre suivant : nageoire dorsale antérieure, nageoire dorsale intermédiaire, nageoire dorsale postérieure, nageoire anale antérieure, nageoire anale postérieure, vertèbres abdominales, vertèbres caudales, nageoire caudale, ceinture scapulaire et pelvienne avec les nageoires respectives, suspensorium avec l'opercule et le sousopercule, mandibule supérieure et mandibule inférieure, barre hyoïdienne et rayons branchiostèges, arcs branchiaux, et en fin le neurocrâne.

Après avoir distingué les unités squelettiques, nous avons commencé à démonter de manière douce et adéquate les pièces osseuses une à une et unité squelettique par unité squelettique.

Dans tous les cas, la dissection a été réalisée, sous une loupe binoculaire avec un grossissement de 20, pour étudier les petits détails de configurations et les articulations, spécialement avec les os du crâne.

Les os ont été conservés dans des eppendorfs avec de la glycérine pure et quelques gouttes d'alcool à 95˚ pour éviter le développement de microorganismes.

Après avoir obtenu toutes les pièces osseuses, leur identification a été réalisée en se basant sur les œuvres d'auteurs comme Miller (1973a), Birdsong (1975), Gijsen et Chardon (1976), Rojo (1976, 1987), Ruiz et Yáñez-Arancibia (1978), Vandewalle (1977, 1978), Morales et Rosenlund (1979), De la Hoz et Chardon (1984), De la Hoz et Aldunate (1985), Vignes et Garcia (1987), Hosoya et Jeon (1989), Simonovic et Nikolic (1996), de Galansky Roper (1997), etc..

III.3.- Description des variables et caractères mesurés

III.3.1. Description des variables

Pour la nomenclature des os, nous avons adopté celle de Gregory (1933), Birdsong (1975) y de Rojo (1976, 1985, 1988 y 1991).

Des fiches ont été confectionnées pour la description des éléments osseux. Dans chaque fiche, nous avons considéré les parties suivantes:

- **Nom**: correspond au nom de l'os.
- **Unité squelettique (U.E.)**: qui coïncide à laquelle appartient l'os.
- **Paire / impaire**: présentant une importance comme indicateur quantitatif dans l'étude ostéologique.
- **Forme et direction ou ubication**: indiquant la morphologie et la localisation de l'os.
- **Relations articulaires**: montrant le ou les os avec lesquels s'articule l'os.

A titre informatif, nous allons décrire les os sur lesquels a été basée cette étude.

Nom: nasal
U.E.: neurocrâne, sous unité etmoidale.
Paire/impaire: paire
Forme et ubication: l'os a la forme d'un court canal irrégulier. Il s'articule avec les tissus sous cutanés, devant l'aile étmoidale latérale.
Relations articulaires: il n'est pas en articulation avec aucun os ou cartilage.

Nom: frontal
U.E.: neurocrâne, sous unité orbito-sphénoïde
Paire/impaire: paire

Forme et ubication: l'os est constitué d'une partie antérieure laminaire allongée en forme d'angle étroit et d'une partie postérieure laminaire de forme quadrangulaire. Il s'articule avec la face dorsale du neurocrâne.
Relations articulaires: étmoide médiane, cartilage étmoidal, ptérosphénoides, sphénotique, ptérotique, supraoccipital et son homologue.

Nom: lacrimal
U.E.: neurocrâne, sous unité orbito-sphénoïde
Paire/impaire: paire
Forme et ubication: cet élément a la forme d'une feuille de bistouti allongée. Il s'articule avec le tissu sous cutané, sur le contour externe, antérieur et inférieur de l'orbite.
Relations articulaires: éthmoïde lateral.

Nom: sphénotique
U.E.: neurocrâne, sous unité otique.
Paire/impaire: paire
Forme et ubication: l'os est constitué d'un petit os laminaire et d'une aile triangulaire. Il s'articule avec le toit des cavités otiques.
Relations articulaires: ptérotique, ptérosphénoides, frontal et hyomandibulaire.

Nom: ptérotique
U.E.: neurocrâne, sous unité otique.
Paire/impaire: paire
Forme et ubication: l'os est constitué d'un corps laminaire médian en forme de coquille et d'une aile latérale. Il s'articule avec la partie latérale de la capsule otique.
Relations articulaires: sphénotique, épiotique, exoccipital, prootique, frontal, hyomandibulaire et intercalaire.

Nom: Otolithes: sagital, lapilo et astérisque.

Sagital: c'est l'otolithe de plus grande taille, logé dans la capsule otique ; on peut l'observer par transparance à travers la face dorsale ou ventrale du neurocrâne. La capsule otique est formée par les os suivants : prootique, ptérotique, sphénotique, épiotique, intercalaire, exoccipital et basioccipital. Cet otolithe a une forme discoidale, aplatie latéralement, avec une face médiane presque plane et rugueuse. Les bordures dorsale et ventrales sont convexes onduleux.
Lapilo: C'est l'otolithe de taille intermédiaire. Il a la forme d'un petit pois, avec une face dorsale convexe et une face ventrale presque plane.
Astérisque : C'est l'otolithe de plus petite taille. Il est logé dans le fond ventral de l'aire otique de l'occipital. Cet otolithe a la forme ovoïdale, pointu antérieurement, avec une face dorsale convexe et une face ventrale presque plane.

Nom: prévomer.
U.E.: neurocrâne, sous unité basicrânéen
Paire/impaire: impaire
Forme et direction ou ubication: l'os est constitué d'une partie antérieure, un corps semi-ovoïdal non osseux et d'une partie postérieure, une tige qui s'accroche au bord ventral du corps. Il s'articule avec l'extrémité antéro-ventrale du neurocrâne.
Relations articulaires: étmoïde médian, étmoide latéal, cartilage étmoïdal et parasphénotique.

Nom: hyomandibulaire
U.E.: suspenseur
Paire/impaire: paire
Forme et ubication: l'os a la forme d'une lame de contours irréguliers dont plusieurs structures irradient du centre vers les bords : trois grossissements, une lame digitiforme et un rebord arqué. L'axe principal est vertical.
Relations articulaires: sphénotique, ptérotique, préoperculaire, operculaire, interhyal, simplectique et métaptérigoïdes.

Nom: simplectique
U.E.: suspenseur
Paire/impaire: paire
Forme et ubication: L'os est constitué d'une partie postérieure triangulaire et d'une partie antérieure allongée et pointue, les deux aplaties latéralement. L'axe principal suis une direction très oblique vers l'avant de son extrémité antérieure,
Relations articulaires: préoperculaire, carré, hyomandibulaire et métaptérigoïdes.

Nom: carré
U.E.: suspenseur
Paire/impaire: paire
Forme et ubication: L'os est constitué d'un corps articulaire antérieur et deux lames postérieures dorsale et ventrale. La lame dorsale est quadrangulaire aplatie latéralement et la lame ventrale est pointue, aplatie dorso-ventralement ; les deux sont unies au corps formant un angle de 45º approximativement entre elles.
Relations articulaires: articulaire, ectoptérigoides, métaptérigoïdes, simplectique et préoperculaire.

Nom: préopercule
U.E.: suspenseur
Paire/impaire: paire
Forme et ubication: L'os a la forme de demi lune, avec une lame postérieure et une autre antérieure. L'axe principal de la lame postérieure est verticale.
Relations articulaires: Hyomandibule, simplectique et carré.

Nom: palatine
U.E.: suspenseur
Paire/impaire: paire
Forme et ubication: Elle se compose d'une lame triangilaire dont le bord supérieur est renforcé et d'un procès antérieur. L'axe principal se dirige vers le bas arrière.
Relations articulaires: étmoïde latéral, maxillaire et ectoptérigoïde.

Nom: prémaxillaire.
U.E.: mandibule.
Paire/impaire: paire
Forme et ubication: L'os forme le bord supérieur de la bouche. Il est constitué de trois procès, ascendant, articulaire et post-maxillaire ; le corps est allongé, aplati et courbé. L'axe majeur suit une direction oblique vers le haut et en avant de son extrémité antérieure.
Relations articulaires: maxillaire, cartilage rostral et son homologue.

Nom: maxillaire.
U.E.: mandibule supérieue.
Paire/impaire: paire
Forme et ubication: L'os est constitué d'un corps allongé, arrondi, pas très gros, légèrement courbé avec une convexité latérale et trois procès : latéral et médian à l'extrémité antérieure et ventral à l'extrémité postérieure. Il s'articule juste au-desus du prémaxillaire.
Relations articulaires: prémaxillaire et palatine

Nom: dentaire
U.E.: mandibule inférieure
Paire/impaire: paire
Forme et ubication: L'os est constitué d'un corps allongé, aplati latéralement, creux en partie, de forme triangulaire, s'ouvrant postérieurement en une échancrure profonde formée par deux rames ou apophyses. L'axe majeur suit une direction quasi horizontale au repos. Cet os et le prémaxillaire portent les rangées de dents.
Relations articulaires: articulaire et son homologue.

Nom: articulaire
U.E.: mandibule inférieure.
Paire/impaire: paire
Forme et ubication: L'os a une forme triangulaire, même s'il porte des apophyses et des protubérences qui indiquent sa complexité d'élément articulaire. L'axe majeur suit une direction de repos antéro-postérieure.
Relations articulaires: carré, dentaire et rétroarticulaire.

Nom: interopercule
U.E.: barre hyoidale
Paire/impaire: paire
Forme et ubication: L'os, situé à la base de la membrane operculaire a une forme plus ou moins ovale. Avec sa partie supériure il recouvre le sousopercule et il se recouvre à son tour par le préoperculaire. Il se situe à la base de la membrane operculaire.
Relations articulaires: postérohyal

Nombre: cératohyal (antérohyal)
U.E.: barre hyoïdale.
Paire/impaire: paire
Forme et ubication: L'os est le plus long des arcs hyoïdiens. Il est plan et large aux extrémités et étroit au centre, bien que très gros, il se courbe vers l'arrière. La majeure partie des rayons branquéostèges sont adossés sur lui. L'axe majeur suit une direction postéro-dorso-latéral à antéro-ventral médiane.
Relations articulaires: posterohyal, premier, deuxième, troisième, quatrième, cinquième et sisième rayons branquéostèges, dorsohyal (hypohyal dorsal) et ventrohyal (hypohyal ventral).

Nombre: cératobranchiaux (en nombre de cinq)
U.E.: arcs branchiaux
Paire/impaire: paires

Forme et ubication: Les quatre premiers sont longs, courbés, non creux et sans plaque dentaire ; le cinquième a la même forme et est uni à la plaque dentaire pharyngienne inférieure (os infra-pharyngien). Ils s'articulent avec la partie ventro-latérale des arcs branchiaux, obliquement aux basibranchiaux.
Relations articulaires: épibranchie et basibranchie.

Nombre: opercule
U.E.: série operculaire/rayons branquéostèges
Paire/impaire: paire
Forme et ubication: L'os est constitué d'une barre principale qui entoure tout son bord antérieur, unie à une barre secondaire et complétant la structure de l'os, une lame plus ou moins triangulaire. Il se situe dans la partie dorsale de la membrane operculaire.
Relations articulaires: hyomandibulaire et sous opercule.

Nombre: sous opercule
U.E.: série operculaire/rayons branquéostèges.
Paire/impaire: paire
Forme et ubication: l'os a une forme laminaire, transparante et de forme trapèzoïde. Il s'articule en dessous de l'opercule et est couvert en partie par l'opercule et l'interopercule.
Relations articulaires: Opercule

Nombre: Rayons branquéostèges (en nombre de sept)
U.E.: série operculaire/rayons branquéostèges.
Paire/impaire: paires
Forme et ubication: C'est des os longs, aplatis latéralement, avec une concavité dorsale. La longueur est croissante du premier au dernier. Ils sont constitués d'une tête articulaire, d'un cou et d'un corps. Courbés et implantés au niveau de l'arc hyoïdien, ils soutiennent la membrane qui ferme la chambre branchiale dans sa partie ventrale.
Relations articulaires: postérohyal et antérohyal

Nombre: première vertèbre abdominale
U.E.: vertèbres abdominaux (ou précaudales)
Paire/impaire: impaire
Forme et ubication: L'os est constitué d'un corps ou centre, d'un arc neural, d'une épine et trois paires d'apophyses. Il s'articule juste derrière le basioccipital.
Relations articulaires: basioccipital.

Nombre: dizième vertèbre abdominale
U.E.: vertèbres abdominaux (ou précaudales)
Paire/impaire: impaire
Forme et ubication: L'os est constitué d'un corps ou centre, d'un arc neural, d'une épine, deux épicentraux et trois paires d'apophyses. Il s'articule sur la chaîne des vertèbres précaudales, entre les vertèbres 9 et 11.
Relations articulaires: vertèbres 9 et 11.

Nom: vertèbre 17.
U.E.: vertèbres caudales
Paire/impaire: impaire

Forme et ubication: L'os est constitué d'un corps ou centre, d'un arc neural, deux épine, et trois paires d'apophyses. Il s'articule sur la chaîne des vertèbres caudales, entre les vertèbres 16 et 18.
Relations articulaires: vertèbres 16 et 18.

III.3.2.- Caractères mesurés

Nous avons mesuré (voire annexe):

- la largeur otolithe (1i & 1d)
- la largeur frontal (2i & 2d)
- longueur ptérotique (3i & 3d)
- longueur pariétal – ptérotique (4i & 4d)
- longueur aile ptérotique (5i & 5d)
- longueur axe – aile ptérotique (6i & 6d)
- largeur totale neurocrâne (7)
- longueur axe – sphénotique ((8i & 8d)
- longueur axe – extrémité pariétal (9i & 9d)
- longueur axe – extrémité ptérotique (10i & 10d)
- longueur sphénotique – ptérotique (11i & 11d)
- longueur cléitrum (12i & 12d)
- largeur cléitrum (13i & 13d)
- largeur postemporal (14i & 14d)
- longueur postemporal (15i & 15d)
- longueur supracléitrum (16i & 16d)
- largeur supracléitrum (17i & 17d)
- longueur postcléitrum (18i & 18d)
- longueur dentaire (19i & 19d)
- largeur supérieure dentaire (20i & 20d)
- largeur inférieure dentaire (21i & 21d)
- longueur articulaire (22i & 22d)
- largeur articulaire (23i & 23d)
- hauteur hyomandibulaire (24i & 24d)
- longueur hyomandibulaire (25i & 25d)
- longueur sympléctique (26i & 26d)
- longueur carré (27i & 27d)
- largeur carré (28i & 28d)
- longueur totale arc hyal (dorsohyal, ventrohyal, cératohyal et épihyal) (29i & 29d)
- longueur point d'inflexion de arc hyal – extrémité épihyal (30i & 30d)
- longueur premier rayon branchiostège (31i & 31d)
- longueur deuxième rayon branchiostège (32i & 32d)
- longueur troisième rayon branchiostège (33i & 33d)
- longueur quatrième rayon branchiostège (34i & 34d)
- longueur cinquième rayon branchiostège (35i & 35d)
- longueur sixième rayon branchiostège (36i & 36d)
- longueur septième rayon branchiostège (37i & 37d)
- longueur palatin (38i & 38d)
- largeur palatin(39i & 39d)

- largeur lacrimal (40i & 40d)
- longueur lacrimal (41i & 41d)
- largeur prémaxillaire (42i & 42d)
- longueur prémaxillaire (43i & 43d)
- longueur maxillaire (44i & 44d)
- largeur interopercule (45i & 45d)
- longueur interopercule (46i & 46d)
- largeur sousopercule (47i & 47d)
- longueur sousopercule (48i & 48d)
- hauteur opercule (49i & 49d)
- longueur opercule (50i & 50d)
- largeur préopercule (51i & 51d)
- longueur préopercule (52i & 52d)
- longueur coracoïde (53i & 53d)
- longueur scapula (54i & 54d)
- longueur premier arc branchial (55i & 55d)
- longueur deuxième arc branchial (56i & 56d)
- longueur troisième arc branchial (57i & 57d)
- longueur quatrième arc branchial (58i & 58d)
- longueur cinquième arc branchial (59i & 59d)
- largeur antérieure prévomer (60i & 60d)
- largeur nasal (61i & 61d)
- longueur nasal (62i & 62d)
- hauteur vertèbre 1 en vue latérale (63)
- longueur épine vertèbre 1 en vue latérale (64)
- rayon arc neural vertèbre 1 en vue ventrale (65i & 65d)
- longueur totale vertèbre 1 en vue ventrale (66)
- hauteur vertèbre 10 en vue latérale (67)
- longueur épine vertèbre 10 en vue latérale (68)
- longueur totale vertèbre 10 en vue ventrale (69)
- diamètre corps vertèbre 10 en vue ventrale (70)
- longueur épicentral vertèbre 10 en vue ventrale (71i & 71d)
- hauteur vertèbre 17 en vue latérale (72)
- longueur épine neurale vertèbre 17 en vue latérale (73)
- rayon arc neural vertèbre 17 en vue dorsale (74i & 74d)

Ce qui répond à la règle de Leary et Allendorf (1989) et de Palmer et de strobeck (1992): “Pour étudier les différences dans la stabilité du développement entre échantillons, il est préférable d’utiliser plusieurs caractères”.

III.4.- Prise de mesures

III.4.1. Digitalisation

Les images des pièces osseuses ont été digitalisées au moyen d’un dispositif composé d’une loupe binoculaire incorporée à un appareil photo digitale dont les images, directement envoyées à une télévision connectée au binoculaire, sont digitalisées (photographiées) et emmagasinées.

L'image du neurocrâne a été obtenue par digitalisation au moyen d'un appareil de rayons X connecté à un ordinateur.

III.4.2. Diagrammation

L'obtention des images nous a permis de confectionner des lames (photos) par l'intermédiaire d'un ordinateur personnel.

La réalisation de ces lames a été faite par le logiciel Corel Draw 9. Sur ces lames, ont été marquées, par des flèches, les dimensions à mesurer et a été adoptée une position, pour chaque type d'os.

Ces dimensions sont soit la longueur, la largeur, la hauteur, le diamètre, le rayon où soit la distance entre éléments osseux (au niveau du neurocrâne). Ceci correspond à la diagrammation des images.

Ces lames ont été préparées tout au début de ce travail et nous ont servi de référence dans la réalisation des mesures de l'ensemble des os de tous les poissons.

III.4.3. Mesures

Pour chaque poisson, avant de procéder à la dissection, nous avons mesuré la longueur totale en se basant sur la méthode de FAO (1982). Cette longueur du poisson correspond à sa plus grande dimension dans le sens antéropostérieur depuis l'extrémité de la mâchoire supérieure jusqu'à la pointe des plus longs rayons de la nageoire caudale.

Pour chaque poisson, après dissection et identification des pièces osseuses, l'image de chaque os et du neurocrâne a été obtenue par radiographie au moyen d'un appareil de rayon x tout en respectant la même position. Ensuite, l'image a été transférée, par l'intermédiaire d'un CD – Rom, à un ordinateur personnel où a eu lieu sa diagrammation.

Après diagrammation des images, toutes les dimensions des os précédemment énumérées (voir III.3.2.), ont été directement mesurées sur l'écran de l'ordinateur à l'aide d'une règle de précision 1 mm en nous basant sur les techniques de mesure de Morales et Rosenlund (1979).

Pour la mesure de chaque élément, la même position depuis la radiographie a été respectée. Pour chaque mesure, la même référence a été fixée et égale à 7,7 cm.

Pour chaque poisson, nous avons réalisé 126 mesures pour les éléments osseux paires présentant une symétrie bilatérale et 11 mesures pour les impaires. Ce qui nous donne 137 mesures par poisson, soit un total de 23290 mesures pour nos 170 exemplaires.

Les éléments paires de symétrie bilatérale sur lesquels ont été portées nos mesures sont au nombre de 92 et sur chacun d'eux, une, deux ou trois mesures correspondant soit à la longueur, soit à la largeur, soit à la hauteur, soit au diamètre ou soit au rayon suivant l'os, ont été effectuées (voir III.3.2.).

Toutes les mesures ont été réalisées avec le logiciel Corel Draw 9.

III.5.- Traitement des données pour l'étude de l'adaptation

III.5.1.- Valeurs considérées dans le traitement des données

Les valeurs type, qui ont été considérées, sont les suivantes:

- Valeurs absolues droite et gauche (a).
- Valeurs absolues en prenant la moyenne des mesures paires (b) à partir de a.
- Valeurs relatives par rapport à la longueur totale de l'animal (C) à partir de b qui se calculent de la manière suivante:
  Valeur relative (pour l'os x) = (longueur os * 100) / longueur totale du poisson.
- Valeurs catégorisées en prenant comme référence l'écart type (déviation typique) (d) à partir de c.

Il faut noter que tout au long du traitement des données, le logiciel utilisé est SPSS 12.0.

III.5.2.- Processus de traitement et d'exposition des données

Les processus de traitement des données pour l'étude de chacune des populations sont les suivants:

- Statistiques descriptives pour chacune des variables considérées (valeurs type a) avec le nombre d'échantillons, la valeur maximale, la valeur minimale, la moyenne, l'écart type et la variance. Ce qui permet de voir les variations de chaque variable au sein du groupe.
- Analyse factorielle des valeurs type b et type c, avec un tableau d'explication de la variance et un tableau résumant la matrice de composants pour le type c. Cette analyse permet de classifier les variables dans des sous ensembles et de voir leurs corrélations, et les plus importantes dans l'adaptation du poisson.
- En utilisant les valeurs des premiers principaux composants (à partir des données type c) gardés comme de nouvelles variables qui expliquent plus de 70 % de la variance, nous avons fait une analyse discriminante considérant la variable longueur du poisson, catégorisée en 4 rangs obtenus en prenant en compte l'écart type, comme variable de groupement. Ce qui nous permet de présenter les autovaleurs, la Lambda de Wilks, la matrice de structure et un graphique. Cette analyse permet de savoir les principales variables qui discriminent les groupes de taille dans une même localité et dans les différentes populations.

- En relativisant avec la longueur du poisson, nous avons annulé la taille de l'animal, mais non celle de l'os qui pourrait interférir sur la variance globale et sur les résultats de l'analyse factorielle. Pour cela, nous avons catégorisé en quatre classes toutes les variables en utilisant le critère écart type (données type d), et nous avons réalisé une analyse factorielle avec un tableau d'explication de la variance et un tableau résumant la matrice de composants.

- En utilisant les valeurs des premiers principaux composants (à partir des données type c) gardés comme de nouvelles variables qui expliquent plus de 70 % de la variance, nous avons fait une analyse discriminante considérant la variable longueur du poisson, catégorisée en 4 rangs obtenus en prenant en compte l'écart type, comme variable de groupement. Nous avons présenté les autovaleurs, la Lambda de Wilks, la matrix de structure et les fonctions discriminantes (graphique).

- Dans le cas de la population de Valence et de Vigo (1), la catégorisation a été faite en considérant ensemble tous les exemplaires (juillet 2003), tandis que pour la population de Vigo (2) et d'Andaloucie (mai 2004), elle a été effectuée de manière indépendante.

III.6.- Traitement des données pour l'étude de l'asymétrie fluctuante

III.6.1.- Valeurs considérées dans le traitement des données

Les valeurs type, qui ont été considérées, sont les suivantes:

- Valeurs absolues droite (D) et gauche (G) (a).

- Valeurs absolues en prenant la moyenne des mesures paires (b) à partir de a.

- Valeurs relatives par rapport à la longueur totale de l'animal (C) à partir de b qui se calculent de la manière suivante:
  Valeur relative (pour l'os x) = (longueur os * 100) / longueur totale du poisson.

III.6.2.- Calcul de l'asymétrie fluctuante

Pour l'évaluation de l'asymétrie fluctuante (AF), nous avons utilisé les formules de Palmer (1994). Ainsi, l'asymétrie fluctuante A_i pour un seul caractère est exprimée de la manière suivante:

$$A_i = | D_i - G_i |$$

Avec D_i = mesure de le pièce droite et G_i = mesure de la pièce gauche

Pour chaque pièce, la mesure de la pièce droite est fixée à cent pour cent et celle de la gauche est exprimée en fonction de la droite. Ce qui donne:

$$A_i = | 100\% - (100 * G_i) / D_i |$$

Pour chaque individu, l'asymétrie fluctuante est donnée par l'expression suivante:

$A_i = \sum | D_i - G_i |$ autrement dit $A_i = \sum | 100\% - (100 * G_i) / D_i |$

Pour tous les individus de l'échantillon, l'asymétrie fluctuante correspond à la somme de l'asymétrie de chaque individu divisée par le nombre d'individus constituant l'échantillon. Soit:

$AF = \sum (A_i) / N$

Avec N égal au nombre total d'individus de l'échantillon.

III.6.3.- Processus de traitement et d'exposition des données

Les processus de traitement des données pour l'étude de chacune des populations sont les suivants:

- Estatistiques descriptives pour chacune des variables considérées (type a) avec le nombre d'échantillons, la valeur maximale, la valeur minimale, l'écart type et la variante

- Tableaux avec les asymétries totales de chaque variable, tableaux comparatifs des asymétries des grands et des petits poissons dans chaque localité.

- Graphiques comparatifs

- Analyses discriminantes

RESULTATS ET DISCUSSION DE L'ETUDE DE L'ADAPTATION A LA TEMPERATURE

IV.-RESULTATS ET DISCUSSION DE L'ETUDE DE L'ADAPTATION A LA TEMPERATURE

IV.1.- Valence, juillet 2003

IV.1.1.- Statistiques descriptives, échantillons de Valence, valeurs absolues (type a)

Tableau 1: Statistiques descriptives, échantillons de Valence, valeurs absolues (type a)

d=droit g=gauche	N	Mín.	Max.	Moyenne	Ecart type	Variance
Largeur totale neurocrâne	30	12,27	15,66	14,6334	,89087	,794
Hauteur 10 vertèbre	30	3,92	6,00	5,0982	,66713	,445
Hauteur 17 vertébre	30	7,05	9,66	8,3346	,73161	,535
Hauteur hyomandibulaire d	30	6,53	10,44	8,3346	,87491	,765
Hauteur hyomandibulaire g	30	6,53	10,44	8,2215	,84989	,722
Hauteur opercule g	30	4,96	8,35	6,8556	,89087	,794
Hauteur opercule d	30	4,96	8,61	6,8295	1,03288	1,067
Largeur carré	30	3,13	4,70	4,2282	,40781	,166
Largeur 1 vertèbre en vue latérale	30	2,61	4,18	3,5235	,39225	,154
Largeur supérieure dentaire d	30	4,18	6,53	5,5593	,59812	,358
Largeur supérieure dentaire g	30	4,18	6,53	5,6289	,64547	,417
Largeur articulaire d	30	5,22	8,35	6,5424	,72192	,521
Largeur articulaire g	30	4,70	7,83	6,4293	,78893	,622
Largeur cléitrum d	30	6,00	8,87	7,2558	,83216	,692
Largeur cléitrum g	30	6,00	8,87	7,2558	,88416	,782
Largeur carré	30	3,13	5,22	4,3326	,45258	,205
Largeur inférieure dentaire d	30	,78	1,57	1,1571	,21329	,045
Largeur inférieure dentaire g	30	,78	1,57	1,0701	,23092	,053
Largeur interopercule d	30	1,31	2,35	2,0706	,27360	,075
Largeur interopercule g	30	1,31	2,35	2,0793	,30254	,092
Largeur lacrimal d	30	2,09	3,92	3,1146	,41655	,174
Largeur lacrimal g	30	2,09	3,65	3,0711	,36709	,135
Largeur nasal d	30	2,61	3,65	3,1929	,32644	,107
Largeur nasal g	30	2,61	3,65	3,2190	,30138	,091
Largeur palatine d	30	4,18	6,79	5,4114	,62420	,390
Largeur palatine g	30	4,18	6,53	5,4810	,55260	,305
Largeur postemporal d	30	2,61	4,44	3,8889	,37760	,143
Largeur postemporal g	30	2,61	4,70	3,8019	,34736	,121
Largeur prémaxillaire d	30	2,87	4,18	3,5235	,36107	,130
Largeur prémaxillaire g	30	2,61	3,92	3,4365	,33637	,113
Largeur préopercule d	30	2,61	4,96	3,7062	,54576	,298
Largeur préopercule g	30	2,87	4,70	3,7758	,53416	,285
Largeur prévomer	30	3,39	4,70	4,0194	,36656	,134
Largeur sousopercule d	30	1,83	3,13	2,7057	,32500	,106

Largeur sousopercule g	30	1,83	3,13	2,6448	,31954	,102
Largeur supracléitrum d	30	,52	1,31	1,0179	,18582	,035
Largeur supracléitrum g	30	,52	1,31	1,0005	,19487	,038
Diamétre corps 10 vertébre	30	1,31	1,83	1,5225	,15454	,024
Distance axe-extrémité pariétal d	30	3,39	4,96	4,0803	,33215	,110
Distance axe-extrémité pariétal g	30	3,39	4,70	4,1760	,41125	,169
Distance axe-extrémité ptérotique d	30	6,00	12,79	7,5342	1,10888	1,230
Distance axe-extrémité ptérotique g	30	6,26	12,79	7,4385	1,10892	1,230
Distance axe-sphénotique d	30	1,57	2,87	2,0358	,28591	,082
Distance axe-sphénotique g	30	1,31	2,61	2,0445	,32210	,104
Distance sphénotique-ptérotique d	30	9,14	10,96	10,1616	,57319	,329
Distance sphénotique-ptérotique g	30	8,87	10,96	10,1877	,59550	,355
Longueur 1 arc branchial d	30	4,96	8,35	6,8991	,81298	,661
Longueur 1 arc branchial g	30	4,96	7,83	6,8643	,80853	,654
Longueur 1 rayon branchiostège d	30	4,18	8,61	7,3863	1,10340	1,217
Longueur 1 rayon branchiostège g	30	4,18	8,61	7,4037	1,00381	1,008
Longueur 1 vertébre en vue latérale	30	6,00	9,14	8,1780	,75500	,570
Longueur 2 arc branchial d	30	7,05	13,57	10,7706	1,32719	1,761
Longueur 2 arc branchial g	30	7,05	13,57	10,7445	1,36411	1,861
Longueur 2 rayon branchiostège d	30	5,22	9,92	9,0045	1,06129	1,126
Longueur 2 rayon branchiostège g	30	4,96	9,92	8,9088	1,17671	1,385
Longueur 3 arc branchial d	30	7,83	13,57	11,6232	1,42088	2,019
Longueur 3 arc branchial g	30	8,09	13,57	11,5623	1,33639	1,786
Longueur 3 rayon branchiostège d	30	6,53	11,22	10,0224	,97320	,947
Longueur 3 rayon branchiostège g	30	6,53	11,22	10,0572	1,01371	1,028
Longueur 4 arc branchial d	30	9,14	14,09	12,3018	1,24651	1,554
Longueur 4 arc branchial g	30	9,14	13,83	12,2148	1,15590	1,336
Longueur 4 rayon branchiostège d	30	7,31	13,57	12,3105	1,41483	2,002
Longueur 4 rayon branchiostège g	30	7,57	13,57	12,2757	1,37167	1,881
Longueur 5 arc branchial d	30	8,61	13,57	11,8146	1,24122	1,541
Longueur 5 arc branchial g	30	8,87	13,83	12,0060	1,18520	1,405
Longueur 5 rayon branchiostège d	30	8,87	14,88	13,2414	1,09867	1,207
Longueur 5 rayon branchiostège g	30	8,87	14,62	13,2588	1,06494	1,134
Longueur 6 rayon branchiostège d	30	9,92	14,88	14,0418	,97272	,946
Longueur 6 rayon branchiostège g	30	9,66	15,40	13,9896	1,09367	1,196
Longueur 7 rayon branchiostège d	30	11,75	16,70	15,4773	1,10977	1,232
Longueur 7 rayon branchiostège g	30	11,75	17,23	15,5469	1,14832	1,319
Longueur arc hyal d	30	14,62	19,84	17,1042	1,21405	1,474
Longueur arc hyal g	30	14,88	19,84	17,0694	1,16642	1,361
Longueur articulaire d	30	8,87	13,57	11,2317	,96565	,932
Longueur articulaire g	30	9,40	13,57	11,4492	,92400	,854
Longueur cléitrum d	30	18,79	23,49	21,6630	1,25826	1,583
Longueur cléitrum g	30	18,79	23,49	21,5325	1,27449	1,624
Longueur coracoïde d	30	7,83	11,75	10,6662	,85810	,736
Longueur coracoïde g	30	8,61	11,75	10,6227	,76063	,579
Longueur carré d	30	4,44	7,05	5,8899	,62325	,388
Longueur carré g	30	3,92	6,79	5,9856	,70212	,493
Longueur dentaire d	30	12,79	17,49	15,3990	1,38618	1,921

Longueur dentaire g	30	12,27	18,01	15,5469	1,46475	2,145
Longueur épicentre g 10 vertèbre	30	4,18	6,53	5,4114	,68175	,465
Longueur épicentre d 10 vertèbre	30	4,18	6,53	5,3505	,65295	,426
Longueur scapula d	30	4,44	6,00	5,3853	,46731	,218
Longueur scapula g	30	4,18	6,00	5,3505	,48345	,234
Longueur épine 10 vertèbre en vue latérale	30	7,05	9,14	8,0040	,59884	,359
Longueur épine 17 vertèbre	30	7,83	11,22	10,1529	,88669	,786
Longueur hyomandibulaire d	30	7,57	10,44	8,9088	,77162	,595
Longueur hyomandibulaire g	30	7,57	10,70	8,9175	,72565	,527
Longueur interopercule d	30	6,00	10,44	9,1089	1,09528	1,200
Longueur interopercule d	30	6,00	10,96	9,1611	1,07798	1,162
Longueur lacrimal d	30	9,40	13,31	11,0142	1,16400	1,355
Longueur lacrimal g	30	9,66	13,57	11,0751	,99959	,999
Longueur maxillaire d	30	10,96	16,44	14,2419	1,24075	1,539
Longueur maxillaire g	30	11,75	16,18	14,3637	1,17422	1,379
Longueur nasal d	30	4,44	6,00	5,2287	,46731	,218
Longueur nasal g	30	4,44	6,00	5,2461	,48150	,232
Longueur opercule d	30	5,22	8,61	7,0383	,96321	,928
Longueur opercule g	30	5,22	8,61	7,0992	,88946	,791
Longueur palatine d	30	6,79	9,92	8,6826	,62042	,385
Longueur palatine g	30	6,79	9,92	8,7609	,65630	,431
Longueur postcléitrum d	30	16,70	22,71	19,1313	1,13695	1,293
Longueur postcléitrum g	30	16,18	20,36	19,0356	,90655	,822
Longueur postemporal d	30	4,96	9,14	7,4124	,99469	,989
Longueur postemporal g	30	4,96	9,40	7,4646	,99232	,985
Longueur prémaxillaire d	30	9,66	13,31	11,6406	,92112	,848
Longueur prémaxillaire g	30	10,18	13,57	11,7798	,89822	,807
Longueur préopercule d	30	12,27	17,75	14,9988	1,20823	1,460
Longueur préopercule g	30	12,27	17,23	15,0162	1,14227	1,305
Longueur point d'inflexion d	30	5,74	9,92	8,6217	,79190	,627
Longueur point d'inflexion g	30	6,26	10,44	8,7957	,78195	,611
Longueur sympléctique d	30	3,92	7,57	5,7942	,96544	,932
Longueur sympléctique g	30	3,92	7,83	5,8725	,98077	,962
Longueur subopercule d	30	6,53	11,22	9,3786	1,15901	1,343
Longueur subopercule g	30	6,53	10,96	9,2742	1,12987	1,277
Longueur supracléitrum d	30	6,79	10,44	8,4738	,85261	,727
Longueur supracléitrum g	30	6,79	10,70	8,6304	,91686	,841
Longueur totale	30	12,50	15,70	14,1433	,82866	,687
Longueur totale 1 vertèbre en vue dorsale	30	8,35	11,75	10,7532	,90517	,819
Longueur totale 10 vertèbre	30	7,83	9,92	8,9175	,59786	,357
Rayon arc neural d 17 vertèbre	30	1,83	2,87	2,5056	,31109	,097
Rayon arc neural g 17 vertèbre	30	1,83	2,87	2,4447	,28660	,082
Rayon arc neural d 1 vertèbre	30	,26	,78	,5742	,14377	,021
Rayon arc neural g 1 vertèbre	30	,52	,78	,5916	,11739	,014
Largeur frontal d	30	2,61	3,92	3,3321	,37967	,144
Largeur frontal g	30	2,61	3,92	3,3147	,38864	,151

Largeur otolithe d	30	1,04	2,09	1,5660	,27417	,075
Largeur otolithe g	30	1,31	2,09	1,5921	,22051	,049
Distance entre ailes ptérotiques d	30	5,22	6,79	6,1248	,44806	,201
Distance entre ailes ptérotiques g	30	4,70	6,53	5,9160	,45637	,208
Longueur aile ptérotique d	30	,78	2,09	1,5834	,30602	,094
Longueur aile ptérotique g	30	1,04	2,09	1,6095	,33637	,113
Longueur pariétal+ptérotique d	30	3,65	4,70	4,3413	,29468	,087
Longueur pariétal+ptérotique g	30	3,65	4,70	4,3674	,26487	,070
Longueur ptérotique d	30	4,18	6,53	5,4375	,69252	,480
Longueur ptérotique d	30	4,44	6,79	5,5419	,70129	,492

Le tableau 1 affiche les statistiques descriptives obtenues à partir des valeurs absolues (type a) des échantillons de Valence. Son analyse montre que les variances fluctuent entre 0,021 (rayon arc neural gauche 1 vertébre) et 2,145 (longueur dentaire gauche). Nous remarquons une diversité de variances des variables.

Nous pouvons noter des caractères qui présentent une variance supérieure à 0,9 du côté droit comme du côté gauche comme la longueur des arcs branchiaux 2; 3; 4 et 5, la longueur des rayons branchiostèges 1; 2; 3; 4; 5; 6 et 7, longueur du dentaire, de l'articulaire, de l'arc hyal, du cléitrum, de l'opercule, de l'interopercule, du préopercule, du sousopercule, du maxillaire, du sympléctique, du lacrimal et du postemporal, et la distance axe-extrémité ptérotique. Pour le reste des variables, dont les variances sont inférieures à 0,9, nous pouvons distinguer certaines qui présentent de très faibles variances rarement supérieures à 0,1. C'est le cas du rayon de l'arc neural de la 1^{e} vertèbre, de la largeur du nasal, du prémaxillaire, du préopercule, du sousopercule, du prévomer, du supracléitrum, du frontal, de l'otolithe, du diamétre du corps de la 10 ^{e} vertèbre, du rayon de l'arc neural de la 1^{e} et de la 10 ^{e} vertèbre, la longueur pariétal+ptérotique, la distance axe-extrémité pariétal, distance axe-ptérotique, distance axe-sphénotique, distance ailes ptérotiques.

De manière générale, nous pouvons dire que, bien qu'il y ait des diversités de variances dans la population, celles-ci peuvent être considérées comme de faibles variances (en comparaison avec d'autres localités que nous verrons plus tard). Ce qui explique que les individus de la population de Valence sont très similaires du point de vue taille; ce qui se traduit par des longueurs de pièces le plus souvent similaires des individus de la population

En considérant les moyennes des valeurs absolues entre le droit et la gauche, l'analyse du tableau 1 nous montre qu'il y a des différences entre les deux côtés.

V.1.2.- Analyse factorielle des valeurs type b et type c de la population de Valence

Avec l'analyse factorielle des valeurs type b et type c, nous avons un tableau d'explication de la variance et un tableau du résumé de la matrice de composants pour le type c.

IV.1.2.1.- Variance totale expliquée, valeurs moyennes absolues (type b)

Tableau 2: Variance totale expliquée, valeurs moyennes absolues

Composants	Autovaleurs initiales		
	Total	% de la variance	% accumulé
1	51,368	68,491	68,491
2	3,824	5,098	73,589
3	2,819	3,758	77,348

Le tableau 2 de la variance expliquée obtenue à partir des valeurs moyennes absolues (type b) montre que le premier composant regroupe presque toutes les variables. Il semblerait que toutes les variables dépendent de la taille de l'animal, c'est pourquoi nous avons relativisé les variables par rapport à la longueur totale du poisson. Ce qui permet d'obtenir le tableau intitulé ″variance totale expliquée″ obtenue à partir des valeurs moyennes relatives (type c).

IV.1.2.2.- Variance totale expliquée, valeurs moyennes relatives (tipo c)

Tableau 3: Variance totale expliquée, valeurs moyennes absolues relatives

Composants	Autovaleurs initiales		
	Total	% de la variance	% acumulé
1	24,015	32,453	32,453
2	7,236	9,778	42,231
3	6,625	8,952	51,184
4	5,179	6,999	58,183
5	4,462	6,030	64,213
6	4,088	5,525	69,738
7	3,628	4,903	74,640
8	2,799	3,783	78,423

L'analyse de ce tableau 3 indique qu'en annulant la longueur, nous voyons comment apparaissent les groupes de variables avec différentes lignes de variations.

IV.1.2.3. Résumé de la matrice de composants, valeurs moyennes relatives (type c)

Tableau 4: Résumé de la matrice de composants, valeurs moyennes relatives (type c)

Valence	**Composants**
Largeur totale neurocrâne	2
Hauteur 10 vertèbre	1
Hauteur 17 vertèbre	-4
Hauteur hyomandibulaire	1
Hauteur opercule	1
Largeur 1 vertèbre en vue latérale	1
Largeur supérieure dentaire	1
Largeur articulaire	1
Largeur cléitrum	6

Largeur carré	2
Largeur inférieure dentaire	1
Largeur interopercule	1
Largeur lacrimal	1
Largeur nasal	-6
Largeur palatine	1
Largeur postemporal	1
Largeur prémaxillaire	1
largeur preopercule	1
Largeur prévomer	1
Largeur sousopercule	1
Largeur supracléitrum	1
Diamétre corps 10 vertèbre	6
Distance axe-extrémité pariétal	5
Distance axe-extrémité ptérotique	-8
Distance axe-sphénotique	3
Distance sphénotique-ptérotique	-3
Longueur 1 arc branchial	1
Longitud 1 rayon branchiostège	1
Longueur 1 vertèbre en vue latérale	1
Longueur 2 arc branchial	1
Longitud 2 rayon branchiostège	1
Longueur 3 arc branchial	1
Longitud 3 rayon branchiostège	1
Longueur 4 arc branchial	1
Longueur 5 rayon branchiostège	1
Longueur 5 arc branchial	1
Longueur 5 rayon branchiostège	1
Longueur 6 rayon branchiostège	1
Longueur 7 rayon branchiostège	1
Longueur arc hyal	6
Longueur articulaire	-3
Longueur cléitrum	2
Longueur coracoïde	1
Longueur carré	1
Longueur dentaire	1
Longueur épicentral 10 vertèbre	3
Longueur scapula	>8
Longueur épine 10 vertèbre en vue latérale	7
Longueur épine 17 vertèbre	1
Longueur hyomandibulaire	4
Longueur interopercule	1
Longueur lacrimal	-2
Longitud maxillaire	1
Longueur nasal	8
Longueur opercule	1
Longueur palatine	-5
Longueur postcléitrum	-3

Longueur postemporal	1
Longueur prémaxillaire	1
Longueur préopercule	8
Longueur point d'inflexion	1
Longueur sympléctique	1
Longueur sousopercule	1
Longueur supracléitrum	1
Longueur totale 1 vertèbre en vue dorsale	1
Longueur totale 10 vertèbre	-4
Rayon arc neural 17 vertèbre	-4
Rayon arc neural 1 vertèbre	7
Largeur frontal	1
Largeur otolithe	>8
Distance entre ailes ptérotiques	2
Longueur aile ptérotique	3
Longueur pariétal+ptérotique	2
Longueur ptérotique	3

Le tableau 4 résume la matrice de composants obtenus à partir des valeurs moyennes relatives (type c). Son analyse permet de classifier les variables dans des sous ensembles. Ainsi, nous pouvons distinguer les sous ensembles suivants:

- 1 (hauteur hyomandibulaire, hauteur 10 vertèbre, hauteur opercule, largeur articulaire, largeur 1 vertèbre, largeur frontal, largeur supérieure dentaire, largeur inférieure dentaire, largeur interopercule, largeur lacrimal, largeur palatine, largeur postemporal, largeur prémaxillaire, largeur préopercule, largeur prévomer, largeur subopercule, largeur supracléitrum, longueur 1; 2; 3; 4; 5 arcs branchiaux, longueur 1; 2; 3; 4; 5; 6; 7 rayons branchiostèges, longueur 1 vertèbre, longueur coracoïde, longueur carré, longueur dentaire, longueur épine 17 vertèbre, longueur interopercule, longueur maxillaire, longueur opercule, longueur postemporal, longueur prémaxillaire, longueur point d'inflexion de l'arc hyal, longueur sympléctique, longueur sousopercule, longueur supracléitrum, longueur totale 1 vertébre).
- 2 (largeur totale neurocrâne, largeur carré, longueur cléitrum, longueur pariétal+ptérotique, distance entre ailes ptérotique).
- 2' (longueur lacrimal)
- 3 (distance axe-sphénotique, longueur ailes ptérotiques, longueur ptérotique, longueur épicentral 10 vertèbre).
- 3' (longueur articulaire, longueur postcléitrum, distance sphétique-ptérotique).
- 4 (longueur hyomandibulaire)
- 4' (hauteur 17 vertèbre, longueur totale 10 vertèbre, rayon arc neural 17 vertèbre).
- 5 (distance axe –extrémité pariétal).
- 5' (longueur palatine).
- 6 (largeur cléitrum, diamétre corps 10^{e} vertèbre, longueur arc hyal).
- 6' (largeur nasal).
- 7 (longueur épine 10 vertébre, rayon arc neural 1 vertébre).
- 8 (longueur nasal, longueur préopercule).
- 8' (distance axe-extrémité ptérotique)

- >8 (longueur scapula, largeur otolithe).

Donc, en analysant la solution obtenue, nous pouvons concluire qu'il existe 15 sous ensembles de variables clairement différenciées. Dans chacun d'eux, les variables sont positivement corrélées, mais nous pouvons noter des sous groupes dont les variables sont négativement corrélées comme celles des sous ensembles 2 y 2'; 3 y 3'; 4 y 4'; 5 y 5'; 6 y 6'; 8 y 8'. Si nous simplifions les sous groupes (2 et 2' donnent 2''; 3 et 3' donnent 3''; 4 et 4' donnent 4''; 5 et 5' donnent 5''; 6 et 6' donnent 6''; 8 et 8' donnent 8''), nous pouvons dire que les variables des sous groupes 1 ; 2'' ; 3'' ; 4'', 5'' ; 6'' ; 7 ; 8'' et >8 ne sont pas corrélables entre eux.

Nous remarquons d'importantes variations anatomiques chez les poissons de la Méditerranée. Nous pouvons observer que les éléments osseux intervenant de manière active dans la respiration comme l'opercule, le préopercule, le sousopercule, l'interopercule, les arcs branchiaux, les rayons branchiostèges, l'arc hyal, les éléments de la bouche à savoir le dentaire, l'articulaire, le maxillaire et prémaxillaire, se rencontrent dans le même sous groupe 1.

IV.1.3.- Analyse discriminante utilisant les valeurs des premiers composants (à partir des données (type c)

En utilisant les valeurs des premiers composants principaux (à partir des données type c) gardés comme de nouvelles variables qui expliquent plus de 70 % de la variance, nous avons fait une analyse discriminante en considérant la variable longueur, catégorisée en 4 rangs obtenus tout en considérant l'écart type, comme variable de groupement. Nous avons présenté les autovaleurs, la Lambda de Wilks, la matrice de structure et les fonctions discriminantes.

Il faut noter qu'à Valence, les tacauds sont plus petits et seul existent les groupes 1 et 2 , et que la catégorisation a été faite en considéreant ensemble les échantillons de Valence et de Vigo, pour qu elle nous serve après de comparer**.**

Tableau 5: Autovaleurs.

Fonction	Autovaleur	% de variance	% accumulé	Corrélation canonique
1	4,266	100,0	100,0	,900

Tableau 6: Lambda de Wilk.

fonctions	Lambda de Wilks	Chi-carré	gl	Sig.
1	,190	40,699	7	,000

Tableau 7: Matrice de structure

Composants	Fonction
	1
1	,415

4	-,176
2	-,153
3	,143
5	,116
6	-,100
7	,032

Tableau 8: Fonctions discriminantes

Longueur totale (Categorisée) des échantillons de Valence et Vigo (1)	Fonction
	1
Groupe de taille 1	-3,309
Groupe de taille 2	1,203

L'analyse du tableau 5 montre que la première fonction explique tous les 100 % de la variance. Ce qui signifie qu'il existe une seule fonction discriminante des variables comme Lambda de Wilks égale à 0,190 (tableau 6). Cette dernière sépare les deux groupes de taille différente (tableau 8).

Donc, nous pouvons retenir que la population de Valence est constituée par deux groupes de taille différente et que les variables du composant 1 (hauteur hyomandibulaire, hauteur 10 vertèbre, hauteur opercule, largeur articulaire, largeur 1 vertèbre, largeur frontal, largeur supérieure dentaire, largeur inférieure dentaire, largeur interopercule, largeur lacrimal, largeur palatine, largeur postemporal, largeur prémaxillaire, largeur préopercule, largeur prévomer, largeur sousopercule, largeur supracléitrum, longueur 1; 2; 3; 4; 5 arcs branchiaux, 1; 2; 3; 4; 5; 6; 7 rayons branchiostèges, longueur 1 vertébre, longueur coracoïde, longueur carré, longueur dentaire, longueur épine 17 vertébre, longueur interopercule, longueur maxillaire, longueur opercule, longueur postemporal, longueur prémaxillaire, longueur point d'inflexion de l'arc hyal, longueur symplétique, longueur sousopercule, longueur supracléitrum, longueur totale 1 vertébre) croissent avec la taille du poisson (saturation groupe de taille 1 = -3,309 et saturation groupe de taille 2 = 1,203).

IV.1.4.- Analyse factorielle utilisant les valeurs moyennes relatives et catégorisées (type d)

Avec la relativisation de la taille des os avec la longueur, nous avons annulé l'effet de la taille de animal, mais non celui de la taille de l'os qui pourrait interférer dans la variance globale et dans les résultats de l'analyse factorielle. Pour cela, nous avons catégorisé en quatre classes toutes les variables en utilisant le critère de l'écart type (valeurs type d), et ensuite nous avons réalisé une analyse factorielle avec un tableau d'explication de la variance et un tableau resumé de la matrice de composants.

Il faut noter qu'à Valence, les tacauds sont plus petits et seul existent les groupes 1 et 2 , et qu'en faisant la catégorisation, nous avons considéré ensemble les échantillons de Valence et de Vigo 1. Ce qui nous permettra de faire la comparaison.

IV.1.4.1. Variance totale expliquée à partir des valeurs type d

Tableau 9: Variance totale expliquée, valeure moyennes relatives et catégorisées

Composants	Autovaleurs initiales		
	autovaleurs	% de la variance	% accumulée
1	18,245	24,656	24,656
2	7,919	10,702	35,358
3	6,805	9,196	44,554
4	5,544	7,492	52,046
5	4,467	6,036	58,082
6	3,905	5,277	63,359
7	3,521	4,759	68,117
8	3,074	4,154	72,272

Le tableau 9 affiche la variance expliquée par les huit premiers composants. Son analyse permet de constater qu'ils expliquent plus de 70 % de la variance totale avec 24,626 % pour le premier.

IV.1.4.2.- Résumé de la matrice de composants, valeurs moyennes relatives et catégorisées (type d)

Tableau 10: Résumé de la matrice de composants, valeurs moyennes relatives et catégorisées

Valence	Composants
Largeur totale neurocrâne (catégorisée)	2
Hauteur 10 vertèbre (catégorisée)	1
Hauteur 17 vertèbre (catégorisée)	-3
Hauteur hyomandibulaire (catégorisée)	8
Hauteur opercule (catégorisée)	1
Largeur 1 vertèbre en vue latérale (catégorisée)	1
Largeur supérieure dentaire (catégorisée)	1
Largeur articulaire (catégorisée)	1
Largeur cléitrum (catégorisée)	6
Largeur carré (catégorisée)	2
Largeur inférieure dentaire (catégorisée)	1
Largeur interopercule (catégorisée)	1
Largeur lacrimal (catégorisée)	3
Largeur nasal (catégorisée)	7
Largeur palatine (catégorisée)	1
Largeur postemporal (catégorisée)	3
Largeur prémaxilaire (catégorisée)	-2
largeur preopercule (catégorisée)	1
Largeur prévomer (catégorisée)	1
Largeur sousopercule (catégorisée)	1
Largeur supracléitrum (catégorisée)	1
Diamétre corps 10 vertèbre (catégorisée)	1
Distance axe-extrémité pariétal (catégorisée)	>8

Distance axe-extrémité ptérotique (catégorisée)	>8
Distance axe-sphénotique (catégorisée)	-3
Distance sphénotique-ptérotique (catégorisée)	2
Longueur 1 arc branchial (catégorisée)	1
Longitud 1 rayon branchiostège (catégorisée)	1
Longueur 1 vertébre en vue latérale (catégorisée)	2
Longueur 2 arc branchial (catégorisée)	1
Longitud 2 rayon branchiostège (catégorisée)	1
Longueur 3 arc branchial (catégorisée)	1
Longitud 3 rayon branchiostège (catégorisée)	1
Longueur 4 arc branchial (catégorisée)	1
Longitud 4 rayon branchiostège (catégorisée)	1
Longueur 5 arc branchial (catégorisée)	1
Longitud 5 rayon branchiostège (catégorisée)	1
Longitud 6 rayon branchiostège (catégorisée)	2
Longitud 7 rayon branchiostège (catégorisée)	1
Longueur arc hyal (catégorisée)	4
Longueur articulaire (catégorisée)	3
Longueur cléitrum (catégorisée)	2
Longueur coracoïde (catégorisée)	1
Longueur carré (catégorisée)	-2
Longueur dentaire (catégorisée)	1
Longueur épicentral 10 vertèbre (catégorisée)	-3
Longueur scapula (catégorisée)	-7
Longueur épine 10 vertèbre en vue latérale (catégorisée)	-6
Longueur épine 17 vertèbre (catégorisée)	-4
Longueur hyomandibulaire (catégorisée)	8
Longueur interopercule (catégorisée)	1
Longueur lacrimal (catégorisée)	-2
Longitud maxillaire (catégorisée)	1
Longueur nasal (catégorisée)	-2
Longueur opercule (catégorisée)	1
Longueur palatine (catégorisée)	4
Longueur postcléitrum (catégorisée)	2
Longueur postemporal (catégorisée)	1
Longueur prémaxillaire (catégorisée)	1
Longueur préopercule (catégorisée)	1
Longueur point d'inflexion (catégorisée)	6
Longueur sympléctique (catégorisée)	1
Longueur sousopercule (catégorisée)	1
Longueur supracléitrum (catégorisée)	4
Longueur totale 1 vertèbre en vue dorsale (catégorisée)	1
Longueur totale 10 vertèbre (catégorisée)	2
Rayon arc neural 17 vertèbre (catégorisée)	-4
Rayon arc neural 1 vertèbre (catégorisée)	-6
Largeur frontal (catégorisée)	4
Largeur otolithe (catégorisée)	>8
Distance entre ailes ptérotiques (catégorisée)	>8

Longueur aile ptérotique (catégorisée)	-3
Longueur pariétal+ptérotique (catégorisée)	2
Longueur ptérotique (catégorisée)	-3

Ce tableau 10 résume la matrice de composants obtenue à partir des valeurs moyennes relatives et catégorisées (type d) des variables des échantillons de Valence. Son analyse permet de grouper les variables. Ainsi, nous avons les sous ensembles suivants:

- 1 (hauteur 10^{e} vertèbre, hauteur opercule, largeur articulaire articulaire, largeur 1 vertébre, largeur supérieure dentaire, largeur inférieure dentaire, largeur interopercule, largeur palatine, largeur préopercule, largeur prévomer, largeur sousopercule, largeur supracléitrum, diamétre corps 10^{e} vertèbre, longueur 1er; 2eme; 3; 4; 5 arcs branchiaux, longueur 1 ^{er}; 2 ^{eme}; 3; 4; 5; 7 rayons branchiostèges, longueur coracoïde, longueur dentaire, longueur interopercule, longueur maxillaire, longueur opercule, longueur postemporal, longueur prémaxillaire, longueur préopercule, longueur sympléctique, longueur sousopercule, longueur totale 1 vertébre).
- 2 (largeur totale neurocrâne, largeur carré, longueur cléitrum, distance sphénotique-ptérotique, longueur 1 vertèbre, longueur 6 rayons branchiostège, longueur cléitrum, longueur totale 10 vertébre, longueur pariétal+ptérotique).
- 2’ (largeur prémaxillaire, longueur carré, longueur lacrimal, longueur nasal)
- 3 (largeur lacrimal, largeur postemporal, longueur articulaire).
- 3’ (hauteur 17 vertébre, longueur épicentre 10 vertébre, distance axe-sphénotique, longueur aile ptérotique, longueur ptérotique)
- 4 (longueur arc hyal, longueur palatine, longueur supracléitrum, largeur frontal).
- 4’ (longueur épine 17 vertèbre, rayon arc neural 17 vertébre).
- 6 (largeur cléitrum, longueur point d’inflexion de l’arc hyal).
- 6’ (longueur épine 10 vertèbre, rayon arc neural 1 vertébre).
- 7 (largeur nasal).
- 7’ (longueur scapula).
- 8 (hauteur hyomandibulaire, longueur hyomandibulaire).
- >8 (distance axe-extrémité pariétal, distance axe-extrémité ptérotique, distance entre ailes ptérotiques, largeur otolithe).

L’analyse de la solution obtenue permet de concluire qu’il existe 13 sous ensembles différents de variables. Dans chacun d’eux, les variables sont positivement corrélées, mais nous pouvons noter des sous groupes à l’intérieur desquels les variables sont négativement corrélées comme celles des sous ensembles 2 y 2’; 3 y 3’; 4 y 4’; 6 y 6’; 7y 7’. Si nous simplions les sous groupes (2 et 2’ donnent 2’’ ; 3 et 3’ donnent 3’’ ; 4 et 4’ donnent 4’’ ; 6 et 6’ donnent 6’’ ; 7 et 7’ donnent 7’’), nous pouvons dire que les variables des sous ensembles 1 ; 2’’ ; 3’’ ; 4’’ ; 6’’ ; 7 ; 8 et >8 ne sont pas corrélables entre eux.

Nous pouvons noter qu’avec la catégorisation des variables, l’étude de la matrice de composants montre que certaines variables (hauteur hyomandibulaire, longueur hyomandibulaire, hauteur 17 vertèbre, largeur frontal, largeur lacrimal, largeur postcléitrum, largeur prémaxillaire, largeur nasal, diamétre 10 vertébre, distance entre ailes ptérotiques, distance axe-sphénotique, distance axe-extrémité pariétal, longueur 1 vertèbre, longueur carré, longueur épine 17 vertébre, longueur point d’inflexion de l’arc hyal,

longueur supracléitrum, longueur cléitrum, longueur totale 10 vertébre, longueur nasal, longueur articulaire, longueur ptérotique, longueur épicentral 10 vertébre, rayon neural 1 vertébre) changent de sous groupe comparativement à l'étude de la matrice de composants obtenue à partir des valeurs relatives. Ce qui signifie que ces variables dépendent de la taille absolue de l'os.

Mais, malgré la catégorisation des variables, la presque totalité des pièces responsables de la respiration du poisson restent dans le sous ensemble 1.

IV.1.5.- Analyse discriminante utilisant les valeurs moyennes relatives et catégorisées

En utilisant les valeurs des premiers composants principaux (à partir des données type d) gardés comme de nouvelles variables qui expliquent plus de 70 % de la variance, nous avons fait une analyse discriminante en considérant la variable longueur, catégorisée en 4 rangs obtenus tout en considérant l'écart type, comme variable de groupement. Nous allons présenter les autovaleurs, la Lambda de Wilks, la matrice de structure et les fonctions discriminantes.

Tableau 11: Autovaleurs

Fonction	Autovaleur	% de variance	% accumulé	Corrélation canonique
1	7,449	100,0	100,0	,939

.

Tableau 12: Lambda de Wilks

fonctions	Lambda de Wilks	Chi-carré	gl	Sig.
1	,118	51,216	8	,000

Tableau 13: Matrice de structure

Composants	Fonction
	1
1	-,361
4	,193
2	,118
3	,095
5	,034
6	,029
7	-,008
8	-,006

Tableau 14: Fonctions discriminantes

Longueur totale (Catégorisée) des échantillons de Valence y Vigo(1)	Fonction
	1
1	4,372
2	-1,590

L'analyse des tableaux 12, 13 et 14 indique qu'il existe une seule fonction qui discrimine les deux groupes avec une Lambda de Wilks égale à 0,118. En annulant la taille du poisson et de l'os, nous constatons toujours qu'il y a deux groupes de taille dans la

population de Valence. Les données du tableau 14 montrent clairement que les deux groupes sont distincts (saturation groupe de taille 1 = 4, 372 et saturation groupe de taille 2 = -1,590). Etant donné que le composant 1 est négativement corrélé avec la fonction 1, les variables qu'il contient (hauteur 10eme vertébre, hauteur opercule, largeur articulaire, largeur 1 vertébre, largeur supérieure dentaire, largeur inférieure dentaire, largeur interopercule, largeur palatine, largeur préopercule, largeur prévomer, largeur sousopercule, largeur supracléitrum, diamétre corps 10 ^{eme} vertébre, longueur 1er; 2 ^{eme}; 3; 4; 5 arcs branchiaux, longueur 1er; 2 ^{eme}; 3; 4; 5; 7 rayons branchiostèges, longueur coracoïde, longueur dentaire, longueur interopercule, longueur maxillaire, longueur opercule, longueur postemporal, longueur prémaxillaire, longueur préopercule, longueur sympléctique, longueur sousopercule, longueur totale 1 vertébre) croissent avec la taille du poisson.

IV.2.- Vigo (1), juillet 2003

IV.2.1.- Statistique descriptives, échantillons de Vigo, valeurs absolues (type a)

Tableau 15: Statistiques descriptives, échantillons de Vigo (1), valeurs absolues (type a)

d=droit g=gauche	N	Mín.	Max.	Moyenne	Ecart type	Variance
Largeur totale neurocrâne	40	15,14	24,53	21,2389	2,35360	5,539
Hauteur 10 vertèbre	40	5,74	9,92	7,9997	1,46044	2,133
Hauteur 17 vertèbre	40	8,87	13,83	11,0011	1,67857	2,818
Hauteur hyomandibulaire d	40	9,40	15,40	12,3714	1,83777	3,377
Hauteur hyomandibulaire g	40	9,14	15,14	12,3649	1,78658	3,192
Hauteur opercule g	40	7,83	12,27	10,0550	1,32425	1,754
Hauteur opercule d	40	7,31	12,27	10,0028	1,30752	1,710
Largeur carré d	40	4,70	9,92	7,4385	1,62619	2,644
Largeur 1 vertèbre en vue latérale	40	4,44	7,31	5,7094	,90449	,818
Largeur supérieure dentaire d	40	5,48	11,48	8,5086	1,81193	3,283
Largeur supérieure dentaire g	40	5,22	11,22	8,4107	1,78540	3,188
Largeur articulaire d	40	6,79	12,27	9,5200	1,52301	2,320
Largeur articulaire g	40	6,53	12,79	9,5200	1,58594	2,515
Largeur cléitrum d	40	6,79	14,35	10,6031	2,27280	5,166
Largeur cléitrum g	40	6,79	14,35	10,5901	2,28522	5,222
Largeur carré g	40	4,70	9,92	7,4646	1,60217	2,567
Largeur inférieure dentaire d	40	1,04	2,35	1,7226	,49025	,240
Largeur inférieure dentaire g	40	,78	2,35	1,6965	,51186	,262
Largeur interopercule d	40	1,57	3,92	2,9558	,63214	,400
Largeur interopercule g	40	1,57	3,92	2,8971	,64692	,419
Largeur lacrimal d	40	2,87	6,26	4,8350	,89244	,796
Largeur lacrimal g	40	3,13	6,26	4,8220	,88852	,789
Largeur nasal d	40	3,13	5,74	4,6654	,92738	,860
Largeur nasal g	40	3,13	6,00	4,6523	,98528	,971
Largeur palatine d	40	5,48	10,18	8,0714	1,41899	2,014
Largeur palatine g	40	5,22	10,18	7,9866	1,35658	1,840
Largeur postemporal d	40	3,65	7,31	5,4288	1,10922	1,230
Largeur postemporal g	40	3,39	7,05	5,4288	1,12019	1,255

Largeur prémaxillaire d	40	3,13	6,79	5,0895	1,03053	1,062
Largeur prémaxillaire g	40	3,39	7,05	5,1417	1,05266	1,108
Largeur préopercule d	40	3,65	7,83	5,7485	1,14835	1,319
Largeur préopercule g	40	3,65	7,83	5,7224	1,16181	1,350
Largeur prévomer	40	3,92	7,31	5,8660	,97834	,957
Largeur sousopercule d	40	2,09	4,70	3,3343	,82002	,672
Largeur sousopercule g	40	2,09	4,70	3,3604	,84870	,720
Largeur supracléitrum d	40	,52	2,35	1,4159	,47242	,223
Largeur supracléitrum g	40	,78	2,35	1,4224	,45763	,209
Diamétre corps 10 vertébre	40	2,09	4,96	3,2755	,83993	,705
Distance axe-extrémité pariétal d	40	4,44	7,57	6,0748	,95118	,905
Distance axe-extrémité pariétal g	40	3,92	7,83	6,0813	1,03594	1,073
Distance axe-extrémité ptérotique d	40	7,57	12,27	10,6358	1,14418	1,309
Distance axe-extrémité ptérotique g	40	7,57	12,27	10,6292	1,16271	1,352
Distance axe-sphénotique d	40	2,09	4,96	3,2886	,82493	,681
Distance axe-sphénotique g	40	1,83	4,70	3,3017	,86170	,743
Distance sphénotique-ptérotique d	40	10,96	17,49	14,5899	2,22237	4,939
Distance sphénotique-ptérotique g	40	10,96	17,23	14,5247	2,19609	4,823
Longueur 1 arc branchial d	40	6,26	14,09	10,8511	2,38104	5,669
Longueur 1 arc branchial g	40	6,53	14,62	10,8772	2,36374	5,587
Longueur 1 rayon branchiostège d	40	6,79	12,27	9,8658	1,57068	2,467
Longueur 1 rayon branchiostège g	40	6,79	12,01	9,8397	1,57734	2,488
Longueur 1 vertébre en vue latérale	40	10,70	17,49	13,8200	2,12280	4,506
Longueur 2 arc branchial d	40	11,22	19,84	15,8949	2,75317	7,580
Longueur 2 arc branchial g	40	11,22	19,84	15,9797	2,81322	7,914
Longueur 2 rayon branchiostège d	40	8,09	13,57	10,7336	1,64455	2,705
Longueur 2 rayon branchiostège g	40	7,83	13,83	10,6684	1,65091	2,725
Longueur 3 arc branchial d	40	11,48	20,10	16,2668	2,78571	7,760
Longueur 3 arc branchial g	40	11,48	20,36	16,3125	2,79923	7,836
Longueur 3 rayon branchiostège d	40	8,87	16,18	12,6063	2,04079	4,165
Longueur 3 rayon branchiostège g	40	8,87	16,18	12,5737	2,03108	4,125
Longueur 4 arc branchial d	40	12,53	20,62	16,7823	2,70801	7,333
Longueur 4 arc branchial g	40	12,27	20,36	16,7105	2,75043	7,565
Longueur 4 rayon branchiostège d	40	10,96	19,84	16,2277	2,72901	7,448
Longueur 4 rayon	40	10,44	20,10	16,1755	2,73898	7,502

branchiostège g						
Longueur 5 arc branchial d	40	12,01	20,36	16,3647	2,88962	8,350
Longueur 5 arc branchial g	40	12,27	20,36	16,4104	2,77364	7,693
Longueur 5 rayon branchiostège d	40	13,05	21,40	17,2782	2,52510	6,376
Longueur 5 rayon branchiostège g	40	13,05	21,14	17,2912	2,48223	6,161
Longueur 6 rayon branchiostège d	40	13,83	22,97	18,9095	3,03338	9,201
Longueur 6 rayon branchiostège g	40	14,35	23,23	18,9421	3,06086	9,369
Longueur 7 rayon branchiostège d	40	15,40	26,36	22,5961	2,97814	8,869
Longueur 7 rayon branchiostège g	40	15,66	26,62	22,5830	3,03858	9,233
Longueur arc hyal d	40	17,49	27,67	23,4378	3,17586	10,086
Longueur arc hyal g	40	16,97	27,67	23,3856	3,19101	10,183
Longueur articulaire d	40	12,27	19,31	16,0645	2,59116	6,714
Longueur articulaire g	40	12,27	19,58	16,0776	2,65762	7,063
Longueur cléitrum d	40	24,53	41,24	32,2596	5,50399	30,294
Longueur cléitrum g	40	24,53	41,24	32,2727	5,50804	30,338
Longueur coracoïde d	40	12,27	18,01	15,1184	1,77845	3,163
Longueur coracoïde g	40	12,01	18,01	15,1380	1,76029	3,099
Longueur carré d	40	6,79	11,75	9,2524	1,51952	2,309
Longueur carré g	40	6,79	11,48	9,1807	1,51945	2,309
Longueur dentaire d	40	13,05	24,53	20,5929	3,25012	10,563
Longueur dentaire g	40	13,05	24,80	20,5407	3,27390	10,718
Longueur épicentral g 10 vertébre	40	6,53	10,96	8,5738	1,39060	1,934
Longueur épicentral d 10 vertébre	40	6,79	10,96	8,5804	1,39891	1,957
Longueur scapula d	40	5,74	8,87	7,2819	,86624	,750
Longueur scapula g	40	5,74	8,87	7,2819	,93602	,876
Longueur épine 10 vertèbre en vue latérale	40	10,70	15,66	13,1479	1,50652	2,270
Longueur épine 17 vertèbre	40	14,88	20,62	18,3222	1,66462	2,771
Longueur hyomandibulaire d	40	9,92	18,01	14,2832	2,33669	5,460
Longueur hyomandibulaire g	40	10,18	18,27	14,2767	2,32786	5,419
Longueur interopercule d	40	8,09	14,35	12,0908	1,74373	3,041
Longueur interopercule d	40	8,61	14,35	12,0647	1,72672	2,982
Longueur lacrimal d	40	12,27	19,31	16,0450	2,32770	5,418
Longueur lacrimal g	40	12,53	19,58	16,0124	2,38958	5,710
Longueur maxillaire d	40	15,14	25,06	20,6843	3,19207	10,189
Longueur maxillaire g	40	15,14	25,06	20,5603	3,11101	9,678
Longueur nasal d	40	4,70	8,87	7,1318	1,21185	1,469
Longueur nasal g	40	4,70	8,87	7,1253	1,18387	1,402
Longueur opercule d	40	7,57	12,27	9,9506	1,43345	2,055
Longueur opercule g	40	7,57	12,27	9,8984	1,43003	2,045
Longueur palatine d	40	9,14	16,18	12,9130	2,36123	5,575

Longueur palatine g	40	9,14	16,18	12,9325	2,38988	5,712
Longueur postcléitrum d	40	19,31	29,49	25,4083	2,95675	8,742
Longueur postcléitrum g	40	19,58	29,49	25,5062	2,82407	7,975
Longueur postemporal d	40	7,57	14,35	11,2034	2,17999	4,752
Longueur postemporal g	40	7,57	14,35	11,1969	2,07861	4,321
Longueur prémaxillaire d	40	12,01	20,10	16,1820	2,23507	4,996
Longueur prémaxillaire g	40	12,01	19,58	16,1037	2,14755	4,612
Longueur préopercule d	40	16,97	29,75	23,9598	4,52073	20,437
Longueur préopercule g	40	16,97	51,16	24,5405	6,22413	38,740
Longueur point d'inflexion d	40	8,61	16,18	12,5933	2,33352	5,445
Longueur point d'inflexion g	40	8,61	16,18	12,6324	2,34848	5,515
Longueur sympléctique d	40	6,79	11,48	9,2068	1,51381	2,292
Longueur sympléctique g	40	7,05	10,96	9,1611	1,44994	2,102
Longueur sousopercule d	40	10,18	15,40	12,7237	1,96451	3,859
Longueur sousopercule g	40	10,18	15,66	12,7107	1,97555	3,903
Longueur supracléitrum d	40	8,61	14,62	11,7581	1,82552	3,333
Longueur supracléitrum g	40	8,61	14,62	11,7907	1,85111	3,427
Longueur totale	40	15,00	23,50	19,1200	2,71654	7,380
Longueur totale 1 vertèbre en vue dorsale	40	13,31	20,36	16,7627	2,48977	6,199
Longueur totale 10 vertèbre	40	12,27	18,27	14,9944	1,85964	3,458
Rayon arc neural d 17 vertébre	40	2,61	6,26	4,0259	1,11814	1,250
Rayon arc neural g 17 vertébre	40	2,61	6,26	3,9868	1,06387	1,132
Rayon arc neural d 1 vertèbre	40	,78	2,09	1,3898	,32581	,106
Rayon arc neural g 1 vertèbre	40	,78	2,09	1,4029	,34305	,118
Largeur frontal d	40	2,87	7,05	5,0047	1,30819	1,711
Largeur frontal g	40	2,87	7,31	4,9655	1,34843	1,818
Largeur otolithe d	40	1,83	4,70	3,0733	,72022	,519
Largeur otolithe g	40	1,83	4,70	3,0211	,72361	,524
Distance entre ailes ptérotiques d	40	5,74	11,75	8,9392	1,84437	3,402
Distance entre ailes ptérotiques g	40	5,74	11,75	8,9262	1,83625	3,372
Longueur aile ptérotique d	40	1,04	4,44	2,8906	,96648	,934
Longueur aile ptérotique g	40	1,31	4,44	2,8384	,95155	,905
Longueur pariétal+ptérotique d	40	5,22	9,40	6,9491	1,21946	1,487
Longueur pariétal+ptérotique g	40	5,22	9,14	6,9491	1,16226	1,351
Longueur ptérotique d	40	5,48	9,40	7,3863	,90452	,818
Longueur ptérotique d	40	5,48	9,14	7,4124	,87027	,757

L'analyse du tableau 15 indique que les variances varient entre 0,106 (rayon arc neural droit 1 vertèbre) à 38,740 (longueur préopercule gauche). Nous constatons une grande diversité de variances. Il y a des caractères qui montrent une grande variance supérieure à 5 comme la largeur neurocrâne, largeur cléitrum, longueur 1; 2; 3; 4; 5 arcs branchiaux, longueur 4; 5; 6; 7 rayons branchiostèges, longueur arc hyal et de son point

d'inflexion, longueur articulaire, longueur cléitrum, longueur dentaire, longueur hyomandibulaire, longueur lacrimal, longueur maxillaire, longueur palatine, longueur postcléitrum, longueur préopercule, longueur totale 1 vertébre, longueur ailes ptérotiques la longueur ptérotique. Parmi eux, certains comme la longueur préopercule et la longueur du cléitrum présentent une variance très grande supérieure à 20.

Pour les caractères comme la largeur 1er vertébre, largeur dentaire, largeur interopercule, largeur supracléitrum, diamétre corps 10eme vertèbre, distance axe-sphénotique, longueur scapula, rayon arc neural 1 ^{er} vertébre, largeur otolithe, longueur aile ptérotique; la variance est toujours inférieure à 1 ^{er}.

A travers l'analyse de ce tableau, nous pouvons remarquer que globalement, les os subissent plus une variation anatomique dans le sens de la longueur. Les variations intra-groupe observées peuvent s'expliquer par une différence de taille du poisson. Les plus grands individus présentent d'os de grande taille et les petits individus se caractérisent par de petites pièces.

IV.2.2.- Analyse factorielle des valeurs type b et type c

Avec l'analyse factorielle des valeurs type b et c, nous avons obtenu un tableau d'explication de la variance et une tableau résumant la matrice de composants pour les données type c.

IV.2.2.1.- Variance totale expliquée, valeurs moyennes absolues (type b)

Tableau 16: Variance totale expliquée, valeurs moyenne absolues (type b)

Composant	Autovaleurs initiales		
	Total	% de la variance	% accumulé
1	70,971	94,629	94,629

Le tableau 16 de la variance expliquée obtenue à partir des valeurs moyennes absolues (type b) montre que le premier composant regroupe presque toutes les variables. Il semblerait que toutes les variables dépendent de la taille de l'animal, c'est pourquoi nous avons relativisé les variables par rapport à la longueur totale du poisson. Ce qui permet d'obtenir le tableau intitulé ″variance totale expliquée″ obtenu à partir des valeurs moyennes relatives (type c).

IV.2.2.2.- Variance totale expliquée, valeurs moyennes relatives (type c)

Tableau 17: Variance totale expliquée, valeurs moyennes relatives.

Composants	Autovaleurs initiales		
	Total	% de la variance	% accumulé
1	29,639	39,518	39,518

2	13,428	17,903	57,422
3	5,710	7,613	65,035
4	3,764	5,019	70,054
5	2,870	3,827	73,881

L'étude du tableau 17 montre qu'en annulant la longueur, nous voyons comment apparaissent les groupes de variables avec différentes lignes de variations.

V.2.2.3. Résumé de la matrice de composants, valeurs moyennes relatives (type c)

Tableau 18 : Résumé de la matrice de composants, valeurs moyennes relatives.

Vigo 1	Composants
Largeur totale neurocrâne	2
Hauteur 10 vertèbre	1
Hauteur 17 vertèbre	>5
Hauteur hyomandibulaire	3
Hauteur opercule	2
Largeur 1 vertèbre en vue latérale	5
Largeur supérieure dentaire	1
Largeur articulaire	1
Largeur cléitrum	1
Largeur carré	1
Largeur inférieure dentaire	1
Largeur interopercule	1
Largeur lacrimal	1
Largeur nasal	1
Largeur palatine	1
Largeur postemporal	1
Largeur prémaxilaire	1
largeur préopercule	1
Largeur prévomer	1
Largeur sousopercule	1
Largeur supracléitrum	1
Diamétre corps 10 vertèbre	1
Distance axe-extrémité pariétal	1
Distance axe-extrémité ptérotique	2
Distance axe-sphénotique	1
Distance sphénotique-ptérotique	1
Longueur 1 arc branchial	1
Longitud 1 rayon branchiostège	4
Longueur 1 vertèbre en vue latérale	1
Longueur 2 arc branchial	1
Longitud 2 rayon branchiostège	-5
Longueur 3 arc branchial	1
Longitud 3 rayon branchiostège	1
Longueur 4 arc branchial	1
Longitud 4 rayon branchiostège	1

Longueur 5 arc branchial	1
Longitud 5 rayon branchiostège	2
Longitud 6 rayon branchiostège	1
Longitud 7 rayon branchiostège	2
Longueur arc hyal	2
Longueur articulaire	1
Longueur cléitrum	1
Longueur coracoïde	2
Longueur carré	3
Longueur dentaire	1
Longueur épicentral 10 vertèbre	-2
Longueur scapula	-1
Longueur épine 10 vertèbre en vue latérale	2
Longueur épine 17 vertèbre	2
Longueur hyomandibulaire	1
Longueur interopercule	2
Longueur lacrimal	>5
Longitud maxillaire	2
Longueur nasal	1
Longueur opercule	-3
Longueur palatine	1
Longueur postcléitrum	-1
Longueur postemporal	1
Longueur prémaxillaire	2
Longueur préopercule	1
Longueur point d'inflexion	1
Longueur sympléctique	3
Longueur sousopercule	-4
Longueur supracléitrum	3
Longueur totale 1 vertébre en vue dorsale	-4
Longueur totale 10 vertèbre	-1
Rayon arc neural 17 vertèbre	1
Rayon arc neural 1 vertèbre	1
Largeur frontal	1
Largeur otolithe	1
Distance entre ailes ptérotiques	1
Longueur aile ptérotique	1
Longueur pariétal+ptérotique	>5
Longueur ptérotique	2

Le tableau 18 résume la matrice de composants obtenue à partir des valeurs moyennes relatives (type c) des échantillons de Vigo (1). Son analyse permet de classifier les variables dans des sous groupes. Ainsi, nous pouvons distinguer les sous ensembles suivants:

- 1 (hauteur 10 ^{eme} vertèbre, largeur articulaire, largeur cléitrum, largeur frontal, largeur supérieure dentaire, largeur inférieure dentaire, largeur carré, largeur interopercule, largeur lacrimal, largeur nasal, largeur palatine, largeur postemporal, largeur

prémaxilaire, largeur préopercule, largeur prévomer, largeur sousopercule, largeur supracléitrum, diamétre corps 10 eme vertèbre, distance axe-extrémité pariétal, distance axe-sphénotique, distance sphénotique-ptérotique, longueur 1er; 2 eme; 3; 4; 5 arcs branchiaux, longueur 3; 4; 6; rayons branchiostèges, longueur dentaire, longueur hyomandibulaire, longueur 1 vertèbre, longueur articulaire, longueur préopercule, longueur cléitrum, longueur nasal, longueur postemporal, longueur palatine, rayon arc neural 17 eme vertèbre, rayon arc neural 1er vertèbre, largeur otolithe, longueur aile ptérotique, distance entre ailes ptérotiques, longueur point d'inflexion de l'arc hyal).

- 1' (longueur scapula, longueur postcléitrum, longueur totale 10 eme vertèbre).
- 2 (largeur totale neurocrâne, hauteur opercule, distance axe extrémité ptérotique, longueur 5 er; 7 rayons branchiostèges, longueur arc hyal, longueur coracoïde, longueur épine 10 eme vertébre, longueur épine 17 eme vertèbre, longueur interopercule, longueur maxillaire, longueur prémaxillaire, longueur ptérotique).
- 2' (longueur épicentre 10 eme vertébre).
- 3 (hauteur hyomandibulaire, longueur carré, longueur sympléctique, longueur supracléitrum).
- 3' (longueur opercule).
- 4 (longueur 1 er radio branchiostège).
- 4' (longueur subopercule, longueur totale 1 vertèbre).
- 5 (largeur 1er vertèbre)
- 5' (longueur 2 eme rayon branchiostège).
- >5 (hauteur 17 eme vertèbre, longueur lacrimal, longueur pariétal-ptérotique).

L'analyse de la matrice de composants montre l'existence de 11 sous groupes différents de variables. Dans chacun d'eux, les variables sont positivement corrélées, mais d'entre eux, nous pouvons noter des sous ensembles dans lesquels les variables sont négativement corrélées comme celles des sous groupes 1 y 1'; 2 y 2'; 3 y 3'; 4 y 4'; 5 y 5'. Si nous simplifions les sous groupes (1 et 1' donnent 1''; 2 et 2' donnent 2''; 3 et 3' donnent 3''; 4 et 4' donnent 4''; 5 et 5' donnent 5''), nous pouvons dire que les variables des sous groupes 1'' ; 2'' ; 3'' ; 4'', 5'' et >5 ne sont pas corrélables entre eux.

Nous pouvons remarquer que les variables correspondant aux pièces osseuses essentielles de la fonction respiratoire ne sont pas dans un mème sous groupe, mais très dispersées contrairement à ce que nous avons vu dans le cas de Valence.

IV.2.3.- Analyse discriminante utilisant les valeurs des premiers composants (à partir des données type c)

En utilisant les valeurs des premiers composants principaux (à partir des valeurs type c) gardés comme de nouvelles variables qui expliquent plus de 70 % de la variance, nous avons fait une analyse discriminante en considérant la variable longueur, catégorisée en 4 rangs obtenus tout en considérant l'écart type, comme variable de groupement. Nous avons présenté les autovaleurs, la Lambda de Wilks, la matrice de structure et les fonctions dans les centroïdes de groupe.

Il faut noter qu'à Vigo, les tacauds sont plus grands et seul existent les groupes 2, 3 et 4 , et que la catégorisation a été faite en considéreant ensemble les échantillons de Valence et de Vigo, pour qu elle nous serve après de comparer**.**

Tableau 19: Autovaleurs.

Fonction	Autovaleursor	% de la variance	% accumulé	Corrélation canonique
1	15,764	76,7	76,7	,970
2	4,791	23,3	100,0	,910

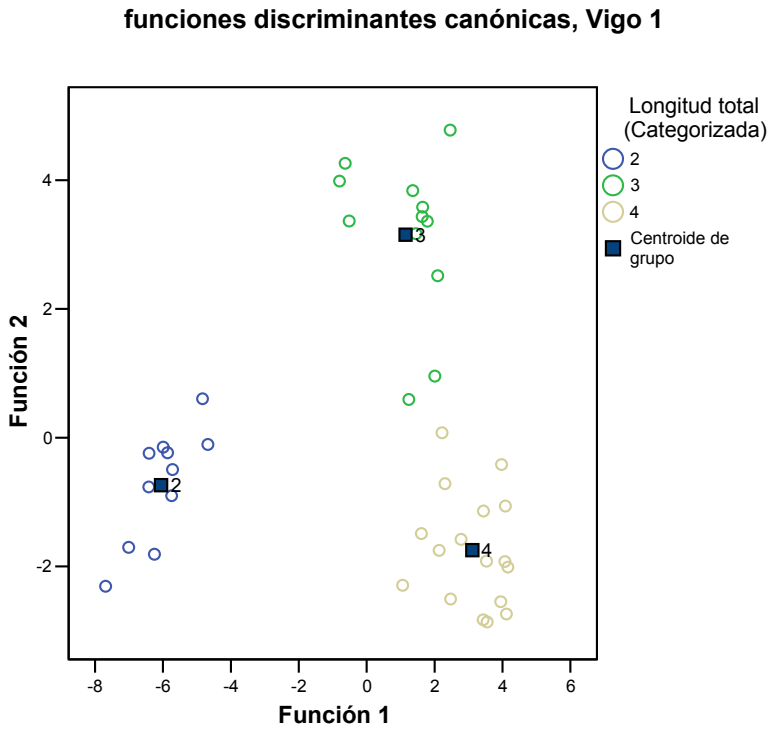
Tableau 20: Lambda de Wilks.

Fonctions	Lambda de Wilks	Chi-carré	gl	Sig.
1	,010	160,144	10	,000
2	,173	61,472	4	,000

Tableau 21: Matrice de structure.

Composants	Fonction	
	1	2
1	,843(*)	-,163
2	,052	,876(*)
3	-,022	-,067(*)
5	,015	-,052(*)
4	-,028	-,030(*)

L'étude des résultats de l'analyse discriminante indique qu'il y a deux fonctions 1 et 2 qui expliquent plus de 100 % de la variance avec respectivement 76,7 % et 23,3 % (tableau 19) et des Lambda de Wilk très faibles 0,010 pour la première et 0,173 pour la seconde (tableau 20). L'analyse de la matrice de structure (tableau 21) montre que les variables constituant les composants 1 et 2 apportent plus d'informations que les autres, surtout celles du premier (saturation composant 1 = 0,843 et saturation composant 2 = 0,876).



Graphique 1: Fonctions discriminantes canoniques, valeurs moyennes relatives,Vigo (1)

L'étude du graphique 1 permet de voir que les fonctions 1 et 2 discriminent les individus des trois groupes. Nous pouvons clairement remarquer que la première fonction sépare le groupe 2, le plus petit, des autres qui sont le 3 et le 4. il faut noter que cette fonction 1 est positivement corrélée avec le composant 1.

Nous pouvons remarquer que plus l'animal croît, plus se développent les variables contenues dans le composant 1 (hauteur 10 ^{eme} vertèbre, largeur articulaire, largeur cléitrum, largeur frontal, largeur supérieure dentaire, largeur inférieure dentaire, largeur carré, largeur interopercule, largeur lacrimal, largeur nasal, largeur palatine, largeur postemporal, largeur prémaxillaire, largeur préopercule, largeur prévomer, largeur sousopercule, largeur supracléitrum, diamétre corps 10 ^{eme} vertèbre, distance axe-extrémité pariétal, distance axe-sphénotique, distance sphénotique-ptérotique, longueur 1 ^{er}; 2 ^{eme}; 3; 4; 5 arcs branchiaux, longueur 3 ^{eme}; 4; 6 rayons branchiostèges, longueur dentaire, longueur hyomandibulaire, longueur 1 ^{er} vertèbre, longueur articulaire, longueur préopercule, longueur cléitrum, longueur nasal, longueur postemporal, longueur palatine, rayon arc neural 17 ^{eme} vertèbre, rayon arc neural 1 ^{er} vertèbre, largeur otolithe, longueur aile ptérotique distance entre ailes ptérotiques, longueur point d'inflexion de l'arc hyal). C'est le contraire pour les éléments du composant 2 (largeur totale neurocrâne, hauteur opercule, distance axe-extrémité ptérotique, longueur 5 ^{eme}, 7 rayons branchiostèges, longueur arc hyal, longueur coracoïde, longueur épine 10 ^{eme} vertèbre, longueur épine 17 ^{eme} vertèbre, longueur interopercule, longueur maxillaire, longueur prémaxillaire, longueur ptérotique).

IV.2.4.- Analyse factorielle utilisant les valeurs moyennes relatives et catégorisées type d

Avec la relativisation de la taille des os avec la longueur, nous avons annulé la taille de animal, mais non celle de la taille de l'os qui pourrait interférer sur la variance globale et dans les résultats de l'analyse factorielle. Pour cela, nous avons catégorisé en quatre classes toutes les variables en utilisant le critère de l'écart type (données type d), et ensuite nous avons réalisé une analyse factorielle avec un tableau d'explication de la variance et un tableau résumant la matrice de composants.

IV.2.4.1. Variance totale expliquée à partir des valeurs type d)

Tableau 22: Variance totale expliquée, valeurs moyennes relatives categorisées (type d)

Composants	Autovaleurs initiales		
	Total	% de la variance	% accumulé
1	25,598	34,592	34,592
2	12,300	16,622	51,214
3	4,640	6,270	57,484
4	3,273	4,423	61,907
5	3,035	4,101	66,009
6	2,694	3,641	69,650
7	2,309	3,120	72,769

Les 7 premiers composants expliquent jusqu'à 72,769 % de la variance (tableau 22).

IV.2.4.2.- Résumé de la matrice de composants, valeurs moyennes relatives et catégorisées (type d)

Tableau 23: Résumé de la matrice de composants, valeurs moyennes relatives et catégorisées (type d)

Vigo (1)	Composants
Largeur totale neurocrâne (catégorisée)	2
Hauteur 10 vertèbre (catégorisée)	1
Hauteur 17 vertèbre (catégorisée)	1
Hauteur hyomandibulaire (catégorisée)	2
Hauteur opercule (catégorisée)	2
Largeur 1 vertèbre en vue latérale (catégorisée)	>7
Largeur supérieure dentaire (catégorisée)	1
Largeur articulaire (catégorisée)	1
Largeur cléitrum (catégorisée)	1
Largeur carré (catégorisée)	1
Largeur inférieure dentaire (catégorisée)	1
Largeur interopercule (catégorisée)	1
Largeur lacrimal (catégorisée)	1
Largeur nasal (catégorisée)	1
Largeur palatine (catégorisée)	1
Largeur postemporal (catégorisée)	1
Largeur prémaxilaire (catégorisée)	1

largeur préopercule (catégorisée)	1
Largeur prévomer (catégorisée)	1
Largeur sousopercule (catégorisée)	1
Largeur supracléitrum (catégorisée)	1
Diamétre corps 10 vertèbre (catégorisée)	1
Distance axe-extrémité pariétal (catégorisée)	1
Distance axe-extrémité ptérotique (catégorisée)	2
Distance axe-sphénotique (catégorisée)	1
Distance sphénotique-ptérotique (catégorisée)	1
Longueur 1 arc branchial (catégorisée)	1
Longitud 1 rayon branchiostège (catégorisée)	5
Longueur 1 vertébre en vue latérale (catégorisée)	6
Longueur 2 arc branchial (catégorisée)	1
Longitud 2 rayon branchiostège (catégorisée)	>7
Longueur 3 arc branchial (catégorisée)	1
Longitud 3 rayon branchiostège (catégorisée)	1
Longueur 4 arc branchial (catégorisée)	1
Longitud 4 rayon branchiostège (catégorisée)	1
Longueur 5 arc branchial (catégorisée)	1
Longitud 5 rayon branchiostège (catégorisée)	2
Longitud 6 rayon branchiostège (catégorisée)	1
Longitud 7 rayon branchiostège (catégorisée)	2
Longueur arc hyal (catégorisée)	2
Longueur articulaire (catégorisée)	1
Longueur cléitrum (catégorisée)	1
Longueur coracoïde (catégorisée)	2
Longueur carré (catégorisée)	3
Longueur dentaire (catégorisée)	2
Longueur épicentral 10 vertébre (catégorisée)	>7
Longueur scapula (catégorisée)	-1
Longueur épine 10 vertébre en vue latérale (catégorisée)	2
Longueur épine 17 vertébre (catégorisée)	2
Longueur hyomandibulaire (catégorisée)	>7
Longueur interopercule (catégorisée)	2
Longueur lacrimal (catégorisée)	-7
Longitud maxillaire (catégorisée)	2
Longueur nasal (catégorisée)	1
Longueur opercule (catégorisée)	-3
Longueur palatine (catégorisée)	1
Longueur postcléitrum (catégorisée)	-1
Longueur postemporal (catégorisée)	1
Longueur prémaxillaire (catégorisée)	2
Longueur préopercule (catégorisée)	1
Longueur point d'inflexion (catégorisée)	1
Longueur sympléctique (catégorisée)	3
Longueur sousopercule (catégorisée)	-5
Longueur supracléitrum (catégorisée)	4
Longueur totale 1 vertèbre en vue dorsale (catégorisée)	-5

Longueur totale 10 vertèbre (catégorisée)	7
Rayon arc neural 17 vertèbre (catégorisée)	1
Rayon arc neural 1 vertèbre (catégorisée)	-2
Largeur frontal (catégorisée)	1
Largeur otolithe (catégorisée)	1
Distance entre ailes ptérotiques (catégorisée)	1
Longueur aile ptérotique (catégorisée)	1
Longueur pariétal+ptérotique (catégorisée)	-6
Longueur ptérotique (catégorisée)	2

Le tableau 23 refléte le résumé de la matrice de composants obtenue à partir des valeurs moyennes relatives et catégorisées (type d) des variables des échantillons de Vigo. Son analyse permet de regrouper les variables. Ainsi, nous avons les sous groupes suivant:

- 1 (largeur articulaire, largeur cléitrum, largeur frontal, largeur supérieure dentaire, largeur inférieure dentaire, largeur carré, largeur interopercule, largeur lacrimal, largeur nasal, largeur palatine, largeur postemporal, largeur prémaxilaire, largeur préopércule, largeur prévomer, largeur sousopercule, largeur supracléitrum, diamétre corps 10 ^{eme} vertèbre, distance axe-extrémité pariétal, distance axe-sphénotique, distance sphénotique-ptérotique, longueur 1 ^{er}; 2 ^{eme}; 3; 4; 5 arcs branchiaux, longueur 3 ^{eme}; 4; 6; rayons branchiostèges, longueur articulaire, longueur cléitrum, longueur nasal, longueur palatine, longueur postemporal, longueur préopercule, rayon arc neural 17 ^{eme} vertèbre, largeur otolithe, longueur aile ptérotique, distance entre ailes ptérotiques, longueur point d'inflexion de l'arc hyal, hauteur 10 ^{eme} vertèbre, hauteur 17 ^{eme} vertèbre).
- 1' (longueur scapula, longueur postcléitrum).
- 2 (largeur totale neurocrâne, hauteur hyomandibulaire, hauteur opercule, distance axe-extrémité ptérotique, longueur dentaire, longueur 5 ^{eme}; 7 rayons branchiostèges, longueur arc hyal, longueur coracoïde, longueur épine 10 ^{eme} vertèbre, longueur épine 17 ^{eme} vertèbre, longueur interopercule, longueur maxillaire, longueur prémaxillaire).
- 2' (rayon arc neural 1 ^{er} vertèbre).
- 3 (longueur carré, longueur sympléctique).
- 3' (longueur opercule).
- 4 (longueur supracléitrum).
- 5 (longueur 1 ^{er} rayon branchiostège).
- 5' (longueur sousopercule, longueur totale 1 vertèbre).
- 6 (longitud 1 ^{er} vertèbre)
- 6' (longueur pariétal+ptérotique)
- 7 (longueur totale 10 ^{eme} vertèbre)
- 7' (longueur lacrimal)
- >7 (largeur 1 ^{er} vertèbre, longueur 2 ^{eme} rayon branchiostège, longueur épicentral 10 ^{eme} vertèbre, longueur hyomandibulaire).

L'analyse de la solution obtenue permet de concluire qu'il existe 14 sous groupes différents de variables. Dans chacun d'eux, les variables sont positivement corrélées, mais d'entre eux, nous pouvons noter des sous ensembles dans lesquels les variables sont négativement corrélées comme celles des sous groupes 1 et 1' ; 2 et 2'; 3 et 3'; 5 et 5'; 6 et

6’; 7 et 7’. Si nous simplifions les sous groupes (1 et 1’ donnent 1’’; 2 et 2’ donnent 2’’; 3 et 3’ donnent 3’’; 5 et 5’ donnent 5’’; 6 et 6’ donnent 6’’; 7 et 7’ donnent 7’’), nous pouvons dire que les variables des sous groupes 1’’; 2’’; 3’’; 4; 5’’; 6’’; 7’’ et >7 ne sont pas corrélables entre eux.

Nous pouvons noter qu’avec la catégorisation des variables, l’étude de la matrice de composants montre que certaines variables (hauteur hyomandibulaire, longueur hyomandibulaire, hauteur 17 ^{eme} vertébre, longueur 1 ^{er} vertébre, longueur supracléitrum, longueur 1 ^{er} et 2 ^{eme} rayons branchiostèges, longueur sousopercule, longueur lacrimal, largeur 1 ^{er} vertébre, longueur totale 1 ^{er} vertébre, longueur totale 10 ^{eme} vertébre, longueur ptérotique, longueur pariétal+ptérotique, longueur épicentre 10 ^{eme} vertébre, rayon arc neural 1 ^{er} vertébre) changent de sous ensemble. Ce qui signifie que ces variables sont influencées par la catégorisation, c’est-à-dire elles dépendent de la taille de l’os.

Nous pouvons observer que les éléments correspondant aux pièces qui interviennent dans la fonction respiratoire comme la largeur articulaire, largeur supérieure dentaire, largeur inférieure dentaire, largeur interoperculaire, largeur préopercule, largeur sousopercule, longueur 1 ^{er}; 2 ^{eme}; 3; 4; 5 arcs branchiaux, longueur 3 ^{eme} ; 4 ; 6 rayons branchiostèges, longueur articulaire, longueur préopercule, et la longueur du point d’inflexion de l’arc hyal se rencontrent dans le premier sous groupe, pendant que les autres sont toujours dispersés dans les autres sous ensembles. Certains d’entre eux se retrouvent dans le sous groupe 2 comme la hauteur opercule, longueur dentaire, longueur 5 ^{eme} et 7 ^{eme} rayons branchiostèges, longueur arc hyal, longueur interopercule, longueur maxillaire, longueur préopercule.

IV.2.5.- Analyse discriminante utilisant les valeurs moyennes relatives y catégorisées type d

En utilisant les valeurs des premiers composants principaux (à partir des données type d) gardés comme de nouvelles variables qui expliquent plus de 70 % de la variance, nous avons fait une analyse discriminante en considérant la variable longueur, catégorisée en 4 rangs obtenus tout en considérant l’écart type, comme variable de groupement. Nous avons présenté les autovaleurs, la Lambda de Wilks, la matrice de structure et les fonctions discriminantes.

Tableau 24: Autovaleurs

Fonctions	Autovaleurs	% de variance	% accumulé	Corrélation
1	16,310	72,9	72,9	,971
2	6,061	27,1	100,0	,926

Tableau 25: Lambda de Wilks

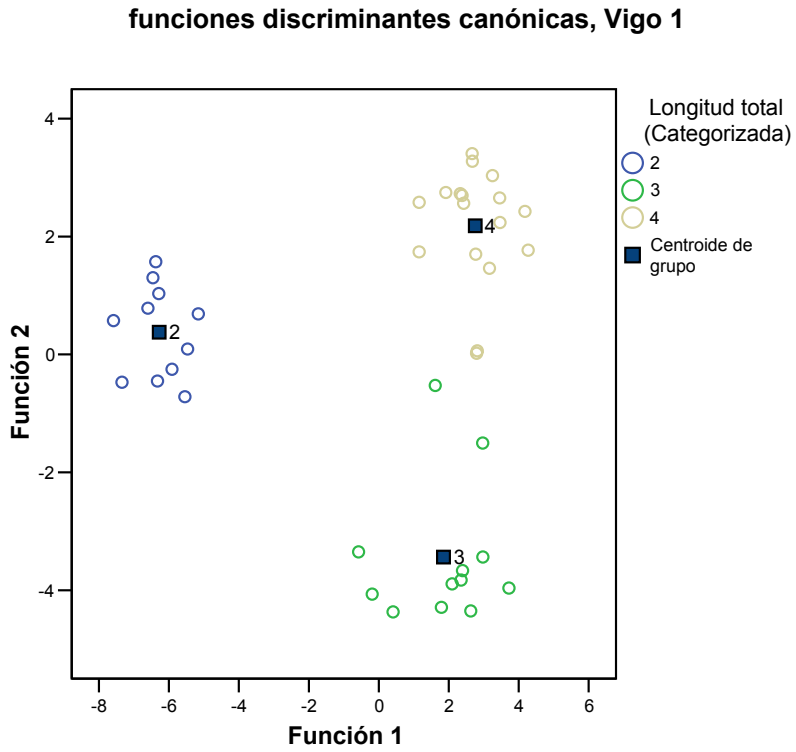
fonctions	Lambda de Wilks	Chi-carré	gl	Sig.
1	,008	163,397	14	,000
2	,142	66,454	6	,000

Tableau 26: Matrice de structure

Composants	Fonctions	
	1	2
1	,851(*)	,303

5	-,012(*)	-,010
2	,096	-,730(*)
7	-,013	,086(*)
6	-,033	,057(*)
3	-,012	,044(*)
4	-,001	,030(*)

L'étude des résultats de l'analyse discriminante indique qu'il y a deux fonctions 1 et 2 qui expliquent les 100 % de la variance avec respectivement 72,9 % et 21,1 % (tableau 25) et des Lambda de Wilks très faibles, 0,008 pour la première et 0,142 pour la seconde (tableau 25). La matrice de structure (tableau 26) montre que les variables contenues dans les composants 1 et 2 apportent plus d'informations que les autres, surtout celles du premier (saturation composant 1 = 0,851 et saturation composant 2 = -0,730).



Graphique 2: Fonctions discriminantes canonique, valeurs moyennes relatives categorisées, Vigo (1)

L'analyse de graphique 2 permet de constater que les fonctions 1 et 2 discriminent les individus des 3 groupes. Nous pouvons voir nettement que la première fonction discrimine bien le groupe 2, le plus petit, des autres qui sont le 3 et le 4 (plus grands). Il faut noter que cette fonction est positivement corrélée avec les variables du composant 1.

Nous pouvons retenir que plus croît l'animal, plus se développement les variables contenues dans le composant 1 (largeur articulaire, largeur cléitrum, largeur frontal, largeur supérieure dentaire, largeur inférieure dentaire, largeur carré, largeur interopercule, largeur lacrimal, largeur nasal, largeur palatine, largeur postemporal, largeur prémaxilaire, largeur préopércule, largeur prévomer, largeur sousopercule, largeur supracléitrum, diamétre corps 10 ^{eme} vertèbre, distance axe-extrémité pariétal, distance axe-sphénotique,

distance sphénotique-ptérotique, longueur 1 ^{er}; 2 ^{eme}; 3; 4; 5 arcs branchiaux, longueur 3 ^{eme}; 4; 6; rayons branchiostèges, longueur articulaire, longueur cléitrum, longueur nasal, longueur palatine, longueur postemporal, longueur préopercule, rayon arc neural 17 ^{eme} vertèbre, largeur otolithe, longueur aile ptérotique, distance entre ailes ptérotiques, longueur point d'inflexion de l'arc hyal, hauteur 10 ^{eme} vertèbre, hauteur 17 ^{eme} vertèbre). C'est l'inverse pour les variables du composant 2 (largeur totale neurocrâne, hauteur hyomandibulaire, hauteur opercule, distance axe-extrémité ptérotique, longueur dentaire, longueur 5 ^{eme}; 7 rayons branchiostèges, longueur arc hyal, longueur coracoïde, longueur épine 10 ^{er} vertèbre, longueur épine 17 vertèbre, longueur interopercule, longueur maxillaire, longueur prémaxillaire).

IV.3.- Vigo (1)-Valence, juillet 2003

IV.3.1.- Etude comparative des matrices de composants, échantillons de Valence et de Vigo (1) séparés

Tableau 27: Recapitulation des résumés de la matrice de composants, échantillons de Valence et de Vigo (1)

Variables	**Valence: valeurs moyennes relatives (type c)**	**Valence: valeurs moyennes catégorisées (type d)**	**Vigo (1): valeurs moyennes relatives (type c)**	**Vigo(1): valeurs moyennes catégorisées (type d)**
Largeur totale neurocrâne	2	2	2	2
Hauteur 10 vertèbre	1	1	1	1
Hauteur 17 vertèbre	-4	-3	>5	1
Hauteur hyomandibulaire	1	8	3	2
Hauteur opercule	1	1	2	2
Largeur 1 vertèbre en vue latérale	1	1	5	>7
Largeur supérieure dentaire	1	1	1	1
Largeur articulaire	1	1	1	1
Largeur cléitrum	6	6	1	1
Largeur carré	2	2	1	1
Largeur nférieure dentaire	1	1	1	1
Largeur interopercule	1	1	1	1
Largeur lacrimal	1	3	1	1
Largeur nasal	-6	7	1	1
Largeur palatine	1	1	1	1
Largeur postemporal	1	3	1	1
Largeur prémaxilaire	1	-2	1	1
largeur préopercule	1	1	1	1
Largeur prévomer	1	1	1	1
Largeur sousopercule	1	1	1	1
Largeur supracléitrum	1	1	1	1
Diamétre corps 10 vertèbre	6	1	1	1
Distance axe-extrémité pariétal	5	>8	1	1
Distance axe-extrémité ptérotique	-8	>8	2	2
Distance axe-sphénotique	3	-3	1	1

Distance sphénotique-ptérotique	-3	2	1	1
Longueur 1 arc branchial	1	1	1	1
Longitud 1 rayon branchiostège	1	1	4	5
Longueur 1 vertébre en vue latérale	1	2	1	6
Longueur 2 arc branchial	1	1	1	1
Longitud 2 rayon branchiostège	1	1	-5	>7
Longueur 3 arc branchial	1	1	1	1
Longitud 3 rayon branchiostège	1	1	1	1
Longueur 4 arc branchial	1	1	1	1
Longitud 4 rayon branchiostège	1	1	1	1
Longueur 5 arc branchial	1	1	1	1
Longitud 5 rayon branchiostège	1	1	2	2
Longitud 6 rayon branchiostège	1	2	1	1
Longitud 7 rayon branchiostège	1	1	2	2
Longueur arc hyal	6	4	2	2
Longueur articulaire	-3	3	1	1
Longueur cléitrum	2	2	1	1
Longueur coracoïde	1	1	2	2
Longueur carré	1	-2	3	3
Longueur dentaire	1	1	1	2
Longueur épicentral 10 vertèbre	3	-3	-2	>7
Longueur scapula	>8	-7	-1	-1
Longueur épine 10 vertèbre en vue latérale	7	-6	2	2
Longueur épine 17 vertèbre	1	-4	2	2
Longueur hyomandibulaire	4	8	1	>7
Longueur interopercule	1	1	2	2
Longueur lacrimal	-2	-2	>5	-7
Longitud maxillaire	1	1	2	2
Longueur nasal	8	-2	1	1
Longueur opercule	1	1	-3	-3
Longueur palatine	-5	4	1	1
Longueur postcléitrum	-3	2	-1	-1
Longueur postemporal	1	1	1	1
Longueur prémaxillaire	1	1	2	2
Longueur préopercule	8	1	1	1
Longueur point d'inflexion	1	6	1	1
Longueur sympléctique	1	1	3	3
Longueur sousopercule	1	1	-4	-5
Longueur supracléitrum	1	4	3	4
Longueur totale 1 vertèbre en vue dorsale	1	1	-4	-5
Longueur totale 10 vertèbre	-4	2	-1	7
Rayon arc neural 17 vertèbre	-4	-4	1	1
Rayon arc neural 1 vertèbre	7	-6	1	-2
Largeur frontal	1	4	1	1
Largeur otolithe	>8	>8	1	1
Distance entre ailes ptérotiques	2	>8	1	1

Longueur aile ptérotique	3	-3	1	1
Longueur pariétal+ptérotique	2	2	>5	-6
Longueur ptérotique	3	-3	2	2

Le tableau 27 récapitule les résumés des matrices de composants obtenues à partir des valeurs moyennes relatives (type c) et des valeurs moyennes relatives et catégorisées (type d) des échantillons de Valence et de Vigo (1). Son analyse permet de faire une classification comparative des variables entre Valence et Vigo (1). Ainsi, nous les avons classées dans des sous groupes d'abord en se basant sur les valeurs moyennes relatives et enfin sur les valeurs moyennes relatives et catégorisées. A partir de cela, nous pouvons distinguer les sous ensembles suivant:

Classification en se basant sur les valeurs moyennes relatives:

- 1 (hauteur 10 ^{eme} vertèbre, largeur supérieure dentaire, largeur inférieure dentaire, largeur articulaire, largeur interopercule, largeur palatine, largeur préopercule, largeur prévomer, largeur sousopercule, largeur supracléitrum, longueur 1 ^{er}; 2 ^{eme}; 3; 4; 5 arcs branchiaux, longueur 3 ^{eme}; 4; 6 rayons branchiostèges, longueur postemporal, largeur lacrimal, largeur postemporal, largeur prémaxillaire, longueur 1 ^{er} vertèbre, longueur dentaire, longueur point d'inflexion de l'arc hyal, largeur frontal).
- 2 (largeur totale neurocrâne).

Classification considérant les valeurs moyennes relatives et catégorisées:

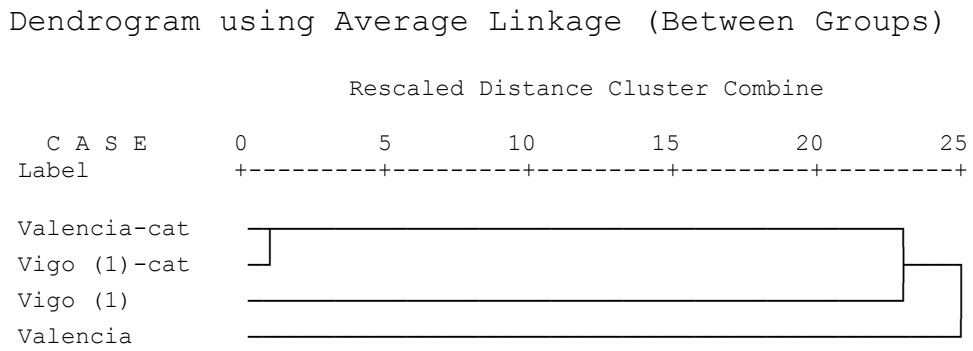
- 1 (hauteur 10 ^{er} vertébre, largeur supérieure dentaire, largeur inférieure dentaire, largeur articulaire, largeur interopercule, largeur palatine, largeur préopercule, largeur prévomer, largeur subopercule, largeur supracléitrum, longueur 1 ^{er}; 2 ^{eme}; 3; 4; 5 arcs branchiaux, longueur 3 ^{eme}; 4 rayons branchiostèges, longueur postemporal, diamétre corps 10 ^{eme} vertèbre, longueur préopercule).
- 2 (largeur totale neurocrâne).
- 4 (longueur supracléitrum).

Classification en se basant sur les deux types de valeurs:

- 1 (hauteur 10 ^{eme} vertèbre, largeur supérieure dentaire, largeur inférieure dentaire, largeur articulaire, largeur interopercule, largeur palatine, largeur préopercule, largeur prévomer, largeur subopercule, largeur supracléitrum, longueur 1 ^{eme}; 2; 3; 4; 5 arcs branchiaux, longueur 3 ^{eme}; 4 rayons branchiostèges, longueur postemporal).
- 2 (largeur totale neurocrâne).

Nous pouvons constater que la classification des variables basée sur les deux types de valeurs (c et d) permet d'obtenir des sous ensembles anatomiques communs du point de vue fonctionnel pour les deux populations de Valence et de Vigo (tableau 27). Dans ces sous groupes, nous pouvons remarqué la présence des arcs branchiaux, du dentaire et l'articulaire qui sont des éléments de la bouche; de l'interopercule, du préopercule et du sousopercule qui sont parmi les éléments essentiels dans les mouvements d'ouverture et de fermeture de l'opercule pendant la respiration.

Donc, nous pouvons dire que les pièces osseuses communes pour les deux populations du point de vue adaptation anatomique aux conditions thermiques environnementales sont essentiellement les éléments respiratoires (tableau 27) comme les arcs branchiaux, le dentaire, l'articulaire, l'interopercule, le préopercule et le sous opercule.



Dendrogramme 1: Comparaison des populations de Valence et de Vigo (1)

L'analyse du dendrogramme montre qu'après la catégorisation de chaque variable, les deux populations de Valence et de Vigo (1) sont très similaires. Mais avant d'annuler les effets de la taille des os, les populations étaient très distinctes.

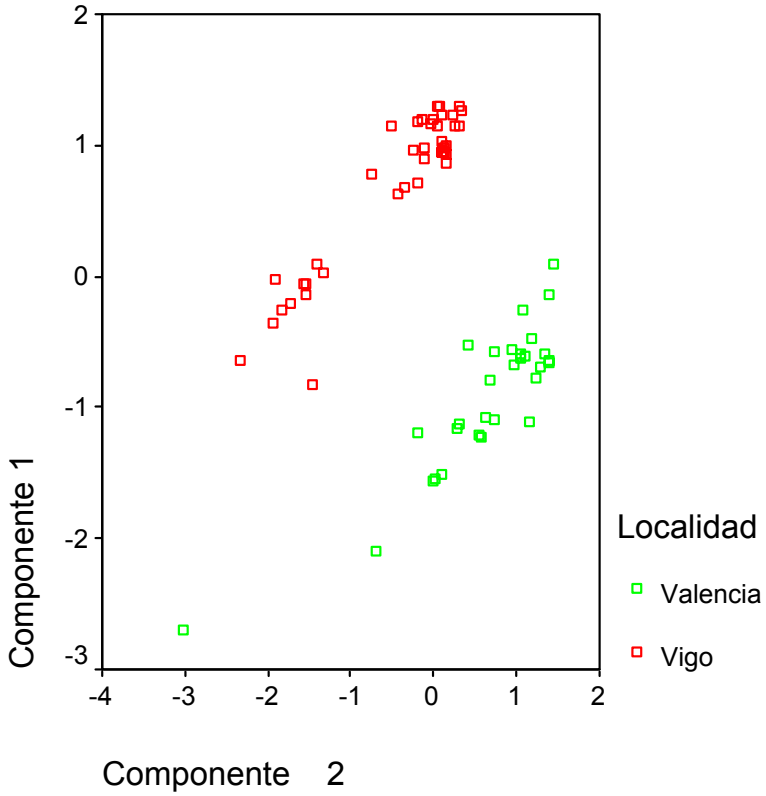
IV.3.2. Matrice de composants, échantillons Vigo-Valence mélangés, valeurs moyennes relatives (tipo c)

Tableau 28: Matrice de composants, échantillons de Vigo-Valence, valeurs (type c)

Composants	1	2
Longueur 1 arc branchial	,915	
Longueur hyomandibulaire	,884	
Longueur postemporal	,878	
Largeur carré	,874	
Largeur palatine	,864	
Longueur 2 arc branchial	,863	
Diamétre corps 10 vertèbre	,859	
Longueur 1 vertébre en vue latérale	,852	
Largeur supérieure dentaire	,849	
Largeur otolithe	,847	
Largeur 1 vertèbre en vue latérale	,833	
Largeur préopercule	,830	
Rayon arc neural 1 vertèbre	,828	
Longueur maxillaire	,823	
Longueur totale 1 vertèbre en vue dorsale	,812	
Longueur carré	,807	
Distance axe-extrémité pariétal	,802	
Longueur épicentral 10 vertèbre	,800	
largeur articulaire	,795	
Largeur lacrimal	,789	
Largeur prévomer	,785	
Hauteur 10 vertèbre	,784	

Hauteur hyomandibulaire	,771	
Longueur palatine	,770	
Longueur sympléctique	,763	
Longueur cléitrum	,763	
Longueur préoperculaire	,753	
Distance axe-sphénotique	,752	
Longueur point d'inflexion	,751	
Longueur pariétal+ptérotique	,750	
Longueur totale 10 vertèbre	,734	
Largeur prémaxillaire	,730	
Longueur aile ptérotique	,729	
Longueur lacrimal	,723	
Longueur épine 17 vertèbre	,719	
Largeur frontal	,701	
Longueur épine 10 vertèbre en vue latérale	,700	
Distance entre ailes ptérotiques	,685	
Rayon arc neural 17 vertèbre	,684	
Longueur 3 arc branchial	,677	
Largeur nasal	,673	
Largeur inférieure dentaire	,639	
Longueur articulaire	,633	
Distance sphénotique-ptérotique	,631	
Hauteur opercule	,630	
Largeur postemporal	,602	
Largeur cléitrum	,590	
Longueur 7 rayon branchiostège	,564	
Largeur interopercule	,564	
Longueur 3 rayon branchiostège		,869
Longueur 4 rayon branchiostège		,791
Longueur 2 rayon branchiostège		,786
Largeur sousopercule		,781
Longueur 5 rayon branchiostège		,723
Longueur 6 rayon branchiostège		,625
Longueur 4 arc branchial		,622
Longueur interopercule		,609
Longueur 5 arc branchial		,608
Longueur dentaire		,607
Longueur 1 rayon branchiostège		,560
Longueur nasal		,491
Longueur postcléitrum		
Longueur coracoïde		
Largeur totale neurocrâne		
Longueur prémaxillaire		
Largeur supracléitrum		
Distance axe-ptérotique		
Longueur opercule		
Longueur ptérotique		
Longueur supracléitrum		

Hautueur 17 vertèbre		
Longueur sousopercule		
Longueur arc hyal		
Longueur scapula		



Grafiphique 3 : Analyse discriminante des deux populations de Valence et Vigo

Tableau 29: Matrice de structure

	Fonction 1
Composant 1	0,282
Composant 2	0,138

Tableau 30: Lambda de Wilks

Lambda de Wilks

Contraste de las funciones	Lambda de Wilks	Chi-cuadrado	gl	Sig.
1	,041	214,417	2	,000

Tableau 31: **Fonctions discriminantes**

Localité	Function 1
Vigo	4,141

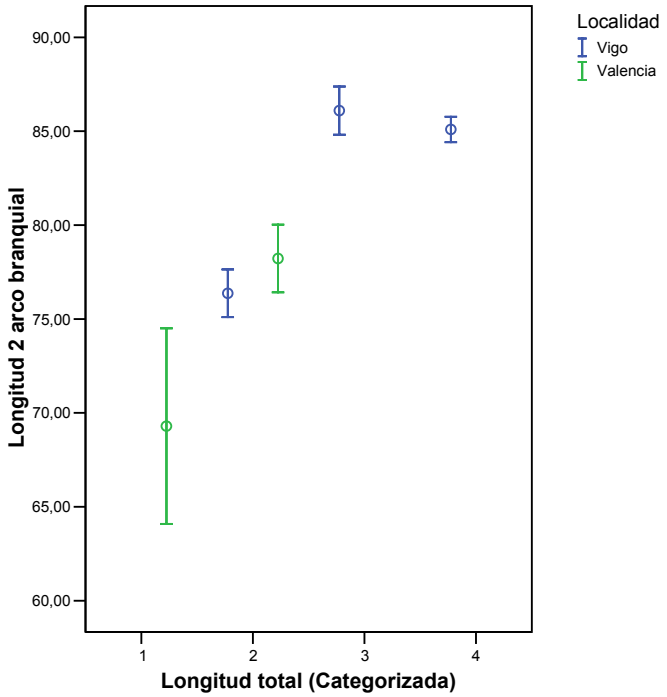
Valence	-5,522

L'analyse du tableau 28 indique que le composant 1 regroupe des organes respiratoires, d'autres éléments osseux de la crâne et des vertébres, donc un mélange de variables; tandis que le composant 2 englobe esssentiellement des organes respiratoires comme les rayons branchiostéges 1 ^{er}; 2 ^{eme}; 3; 4; 5 et 6.

La fonction 1 discrimine bien les populations de Valence et Vigo (1) (table 31) avec un lambda de Wilks très petit égal à 0, 041 (tableau 30).

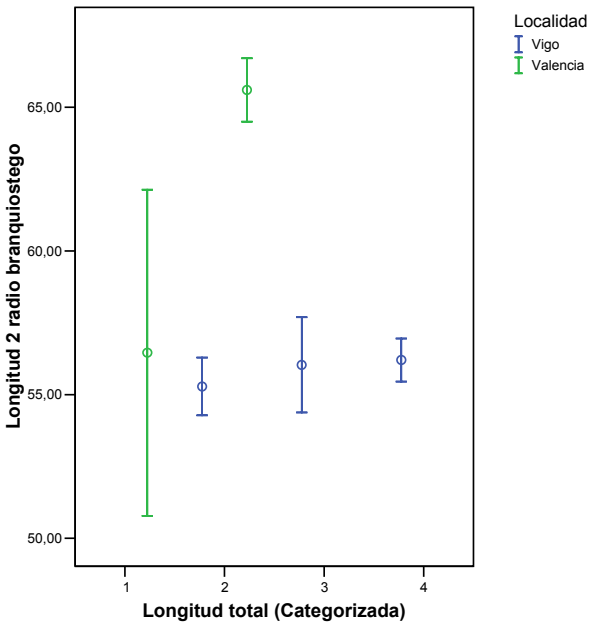
L'analyse du graphique 3 montre qu'au fur et à mesure que la taille des individus augmente, la taille des variables du composant 1 augmentent aussi bien pour la population de Valencia que pour celle de Vigo (1); mais par comparaison, l'augmentation est beaucoup plus importante chez les individus de Vigo. De même, les éléments du composant 2 augmentent àvec la taille chez les individus de Valence comme chez ceux de Vigo (1); mais la croissance des ces éléments est de loin plus marquée chez la population de Valence.

Voyons le comportement de l'une des variables du premier composant.
Au fur et à mesure qu'augmente la taille des individus, augmente la longueur du 2eme arc branchial.

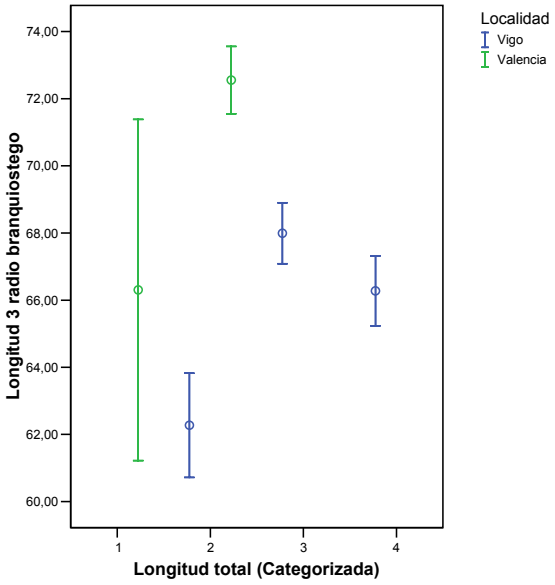


Graphique 4: Variation de la longueur 2eme arc branchial en fonction de la longueur totale (catagorisée)

Observons le omportement de l'une des variables du 2eme composant.



Graphique 5: Variation de la longueur du 2^{em} rayon branchiostège en fonction de la longueur totale (catagorisée)



Graphique 6: Variation de la longueur 3eme rayon branchiostège en fonction de la longueur totale (catagorisée)

Ces variables demeurent constantes en fonction de la longueur à Vigo, mais à Valence elles augmentent en pourcentage.

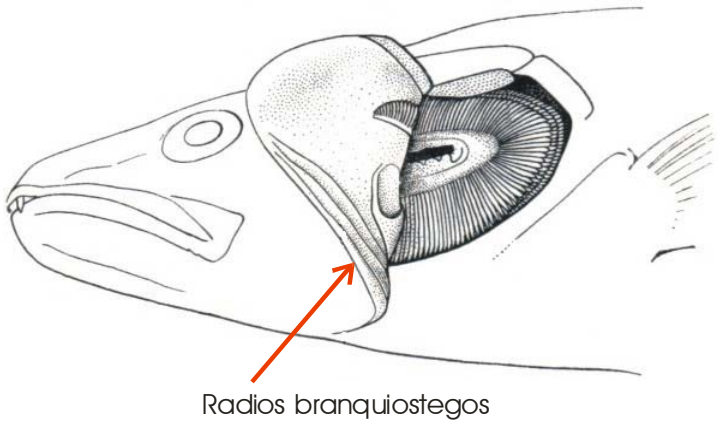
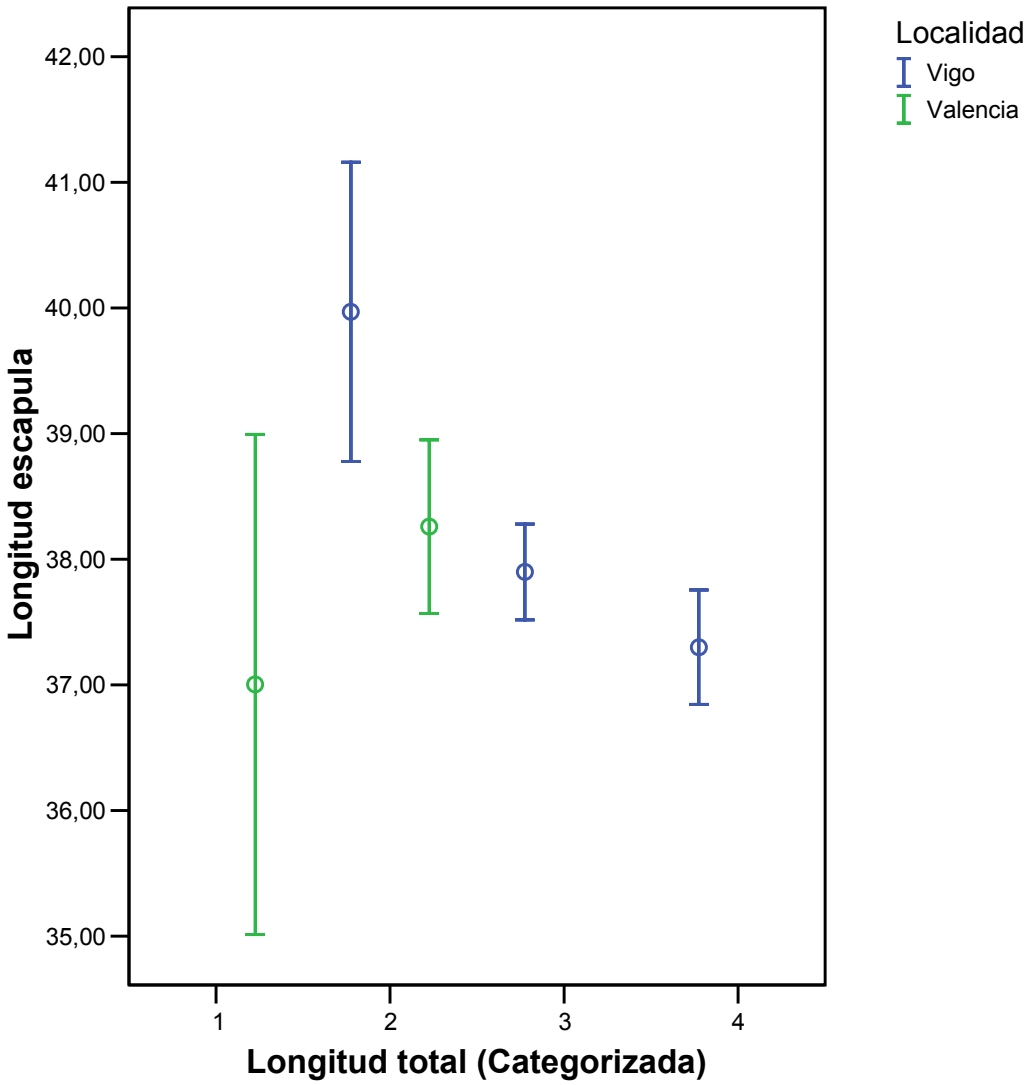
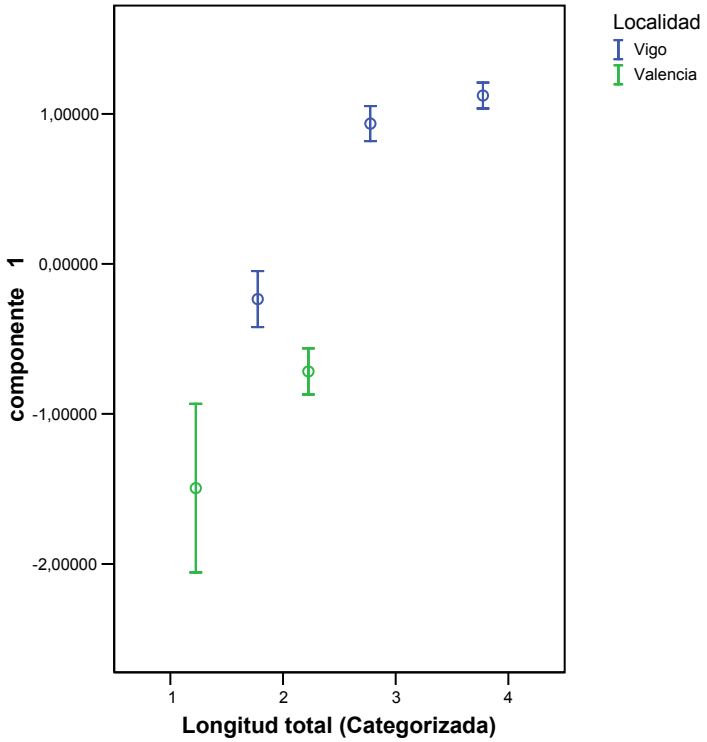


Figure 5 : Positions des rayons branchiostèges

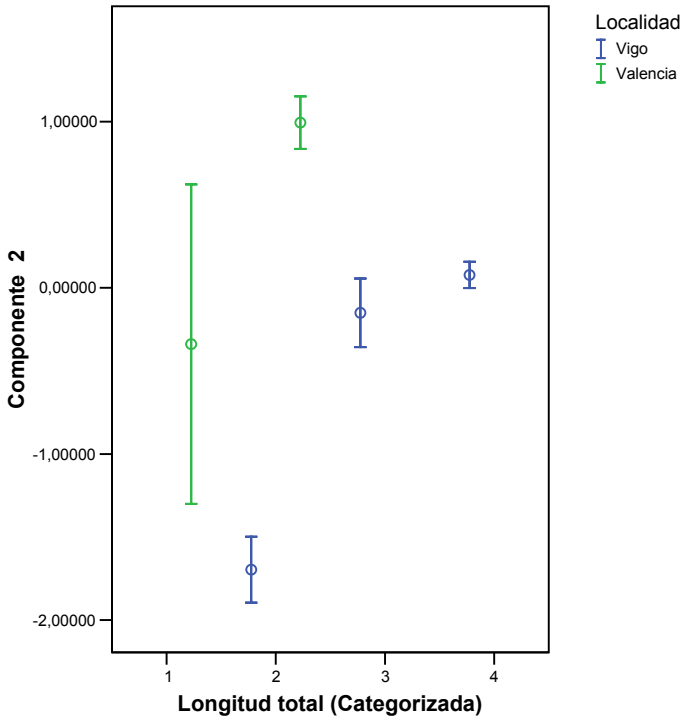


Graphique 7: Variation de la longueur de la scapula en fonction de la longueur totale (catagorisée)

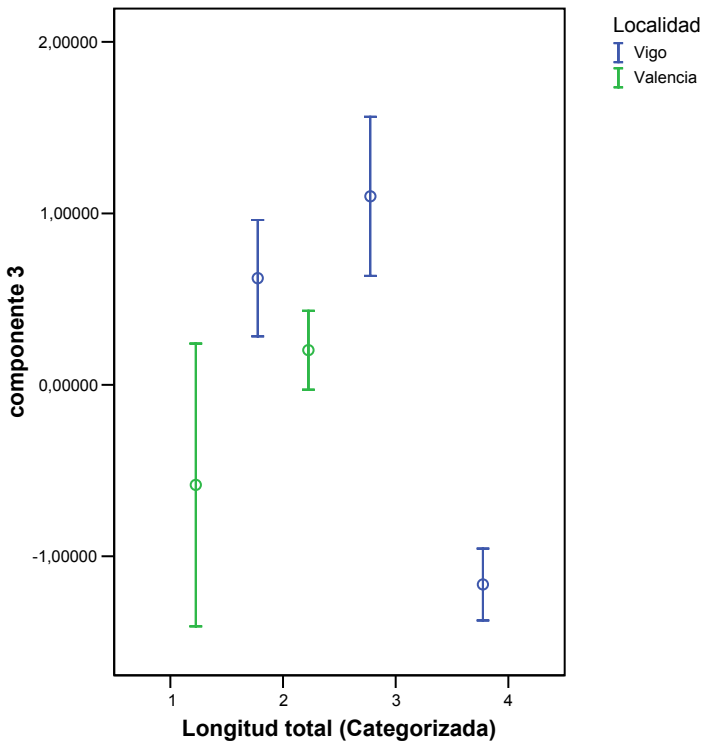
Pour voir, de manière globale le comportement de l'ensemble des variables pour un composant donné, nous allons exposer les graphiques suivants:



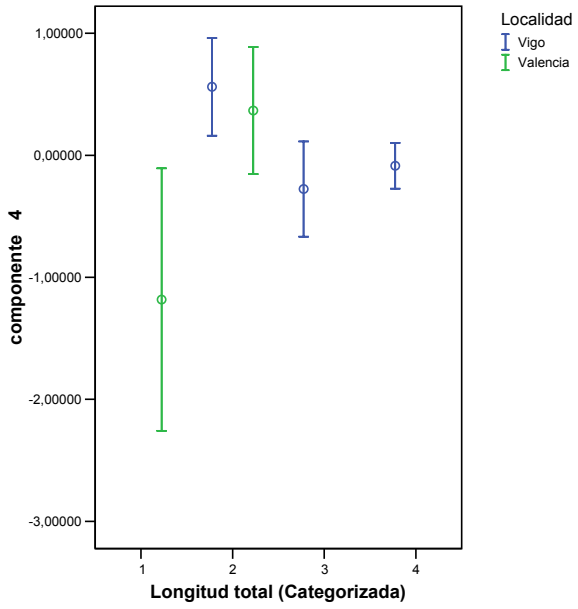
Graphique 8: Variation du composant 1 en fonction de la longueur totale (catagorisée)



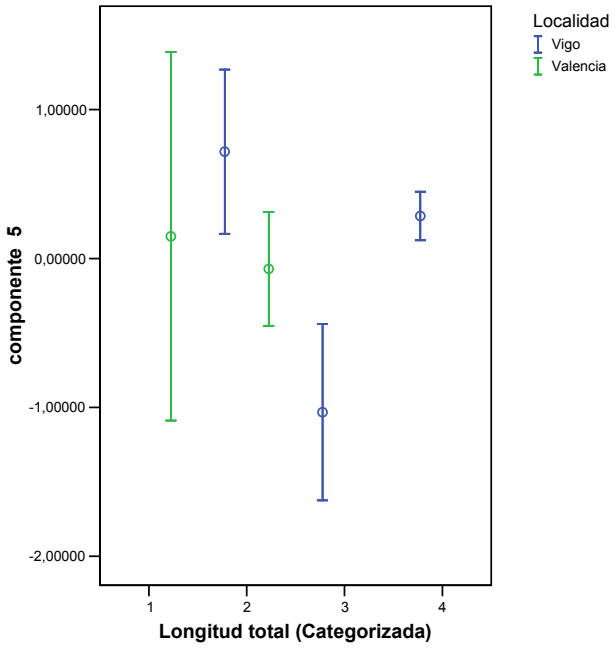
Graphique 9: Variation du composant 2 en fonction de la longueur totale (catagorisée)



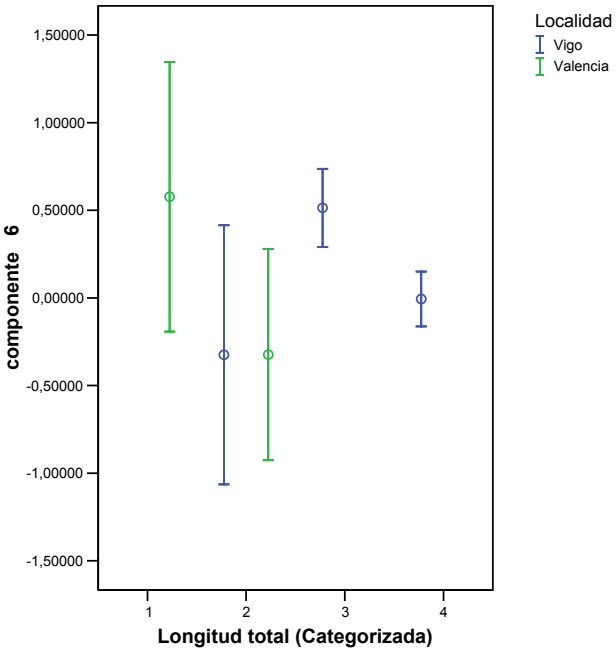
Graphique 10: Variation du composant 3 en fonction de la longueur totale (catagorisée)



Graphique 11: Variation du composant 4 en fonction de la longueur totale (catagorisée)



Graphique 12: Variation du composant 5 en fonction de la longueur totale (catagorisée)

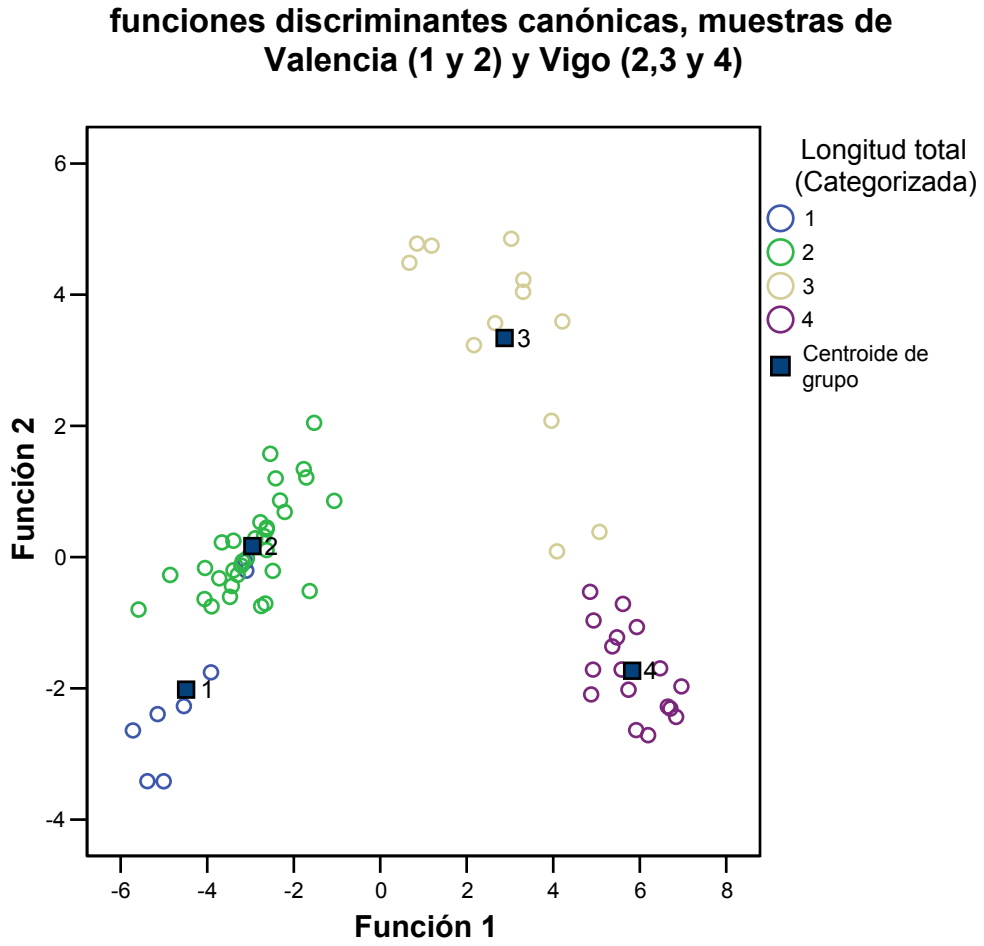


Graphique 13: Variation du composant 6 en fonction de la longueur totale(catagorisée)

L'étude de ces graphiques montre que la taille des variables des composants 1 et 2 augmentent avec la longueur du poisson aussi bien à Vigo qu'à Valence (graphiques 4, 5, 6, 8 et 9). La taille du reste des variables des autres composants diminue ou reste constante par rapport au composant 1 ou 2 (graphiques 7, 10, 11, 12 et 13).

Tableau 32: Lambda de Wils, valeurs relatives

Fonctions	Lambda de Wilks	Chi-carré	gl	Sig.
1	,007	316,612	18	,000
2	,128	131,426	10	,000
3	,553	37,919	4	,000



Graphique 14: fonctions discriminantes canoniques, échantillons de Valence (1 et 2) et de Vigo (2,3,4).

La fonction 1 discrimine les groupes 1 et 2, plus petits, des groupes 3 et 4, plus grands, avec un Lambda de Wilks très petit égal à 0,07 (tableau 32). Il faut noter que la fonction 2 regroupe essentiellement les rayons branchiostèges.

Il résulte de l'analyse du graphique 14 que les grands poissons de Vigo (1) n'ont pas besoin d'accroître leur rayons branchiostèges. C'est le contraire pour ceux de Valencia.

Discussion

Bien que les analyses discriminantes (tableaux 8 et 14) montrent qu'il y a des différences liées à la taille au niveau de la population de Valence, nous pouvons dire que

ces différences ne sont pas très grandes parce que la variation de la taille du poisson et de l'os est petite dans cette population (tableau 1) comparativement à la variation observée au niveau de la population de Vigo (tableau 15) où nous avons vu qu'avec les analyses discriminantes (graphiques 1 et 2) qu'il existe de grandes variations dans sa population. Du point de vue fonctionnelle (graphiques 1 et 2), nous pouvons dire qu'il y a une différenciation de la zone respiratoire (buccal-operculaire) lors de la croissance du jeune animal. En effet, il y a une modification d'abord de la zone buccal-operculaire puis des autres parties. Ceci signifie que plus la masse de l'animal est importante, plus ce dernier nécessite de l'oxygène quelque soit la mer dans laquelle il vit. Une fois la forme de capture de l'oxygène qui est essentielle à la survie est modifiée, le reste des caractères se modifient aussi. Cela veut dire qu'il existe en réalité deux grands ensembles anatomiques le buccal-operculaire qui regroupe les pièces de la fonction respiratoire et le reste.

Concernant les échantillons de Valence, les éléments osseux qui interviennent de manière active dans la respiration comme l'opercule, le préopercule, le sousopercule, l'interopercule, les arcs branchiaux, les rayons branchiostèges, les éléments de la bouche à savoir le dentaire, l'articulaire, le maxillaire et le prémaxillaire se rencontrent dans le même sous groupe 1 (tableau 4 et 10) et croissent avec la taille du poisson. Cela signifie qu'ils suivent les mêmes lignes de croissance durant la période de développement du poisson et participent de manière similaire aux ″forces″ déployées pendant la consommation d'oxygène pour faire face aux hautes températures du milieu. La température influe profondément la respiration.

La fréquence respiratoire et cardiaque augmentent avec la température (Cedric et al, 2001). Quand la température augmente, il y a moins de l'oxygène dissout dans l'eau, ce qui fait que la vitesse de consommation d'oxygène va augmenter (Wang, 2002).

C'est pourquoi le poisson, dans les eaux très chaudes comme celles de la Méditerranée, est obligé de fournir une "énergie respiratoire" très importante pour pouvoir s'adapter aux conditions thermiques environnementales, et pour cela, il est condamné de développer ses pièces de la fonction respiratoire. Avec cette grande activité respiratoire, il pourrait avoir une modification des pièces buccale (comme le dentaire, l'articulaire, le prémaxillaire et le maxillaire).

Toute modification des éléments de la bouche provoque un changement du reste de la tête (Vandewalle et Chardon, 1981). En plus, les mouvements de la bouche et de l'opercule pendant la respiration provoquent l'activité de toutes les parties de la tête du poisson (Gijen et Chardon, 1976; Wandewalle, 1976; De la hoz et Aldunate (1985).

Donc, nous pouvons comprendre l'intervention plus ou moins importante de toutes les pièces osseuses de la tête dans l'activité respiratoire. C'est pourquoi certaines d'entre elles vont suivre les mêmes directives anatomiques de croissance avec les organes de la fonction respiratoire pendant le développement de l'animal. Ceci permet de comprendre la présence de pièces qui sont ensemble avec les responsables de la respiration du poisson (tableaux 4 et 10).

Pour la population de Vigo (1), à la différence de celle de Valence, les éléments respiratoires comme l'opercule et les 1 ^{er}; 2 ^{eme}; 5; et 7 rayons branchiostèges ne sont pas dans le premier sous ensemble sinon se rencontent dans les autres sous groupes (tableaux 18 et 23). Les analyses discriminantes (tableaux 20, 21, 25 et 26; graphiques 1 et 2)

reflètent que les variables du premier composant (tableau 18) (hauteur 10 vertèbre, largeur articulaire, largeur cléitrum, largeur frontal, largeur supérieure dentaire, largeur inférieure dentaire, largeur carré, largeur interopercule, largeur lacrimal, largeur nasal, largeur palatine, largeur postemporal, largeur prémaxilaire, largeur préopercule, largeur prévomer, largeur sousopercule, largeur supracléitrum, diamétre corps 10 ^{eme} vertébre, distance axe-extrémité pariétal, distance axe-sphénotique, distance sphénotique-ptérotique, longueur 1 ^{er}; 2 ^{eme}; 3; 4; 5 arcs branchiaux, longueur 3 ^{eme}; 4; 6; rayons branchiostèges, longueur dentaire, longueur hyomandibulaire, longueur 1 ^{er} vertèbre, longueur articulaire, longueur préopercule, longueur cléitrum, longueur nasal, longueur postemporal, longueur palatine, rayon arc neural 17 ^{eme} vertèbre, rayon arc neural 1 ^{eme} vertèbre, largeur otolithe, longueur aile ptérotique, distance entre ailes ptérotiques, longueur point d'inflexion de l'arc hyal) croissent avec la taille du poisson et c'est l'inverse pour celles contenues dans le composant 2 (Tableau 18) (largeur totale neurocrâne, hauteur opercule, distance axe extrémité ptérotique, longueur 5 ^{eme}; 7 rayons branchiostèges, longueur arc hyal, longueur coracoïde, longueur épine 10 ^{eme} vertèbre, longueur épine 17 vertèbre, longueur interopercule, longueur maxillaire, longueur prémaxillaire, longueur ptérotique)

Donc les exemplaires de Vigo (1), contrairement à ceux de Valence, ne développent pas toutes leurs pièces respiratoires pendant la croissance. Ce qui montre que chez les échantillons de Vigo (1), ces pièces de la fonction respiratoire ne suivent pas les même lignes de croissance durant le développement du poisson. Puis que les individus de Vigo vivent dans un milieu où les températures sont plus faibles comparativement à ceux de Valence, ne nécessitent pas beaucoup d'efforts pour pouvoir respirer. Ceci fait que, bien que ces pièces interviennent toutes dans la respiration, ne présentent pas un rythme accéléré et synchrone de croissance. Ce qui explique que les individus de Vigo (1), bien qu'ils sont grands, présentent une petite tête comparativement à ceux de Valence où les organes de la fonction respiratoire sont développés.

Pour s'adapter aux hautes températures de la Méditerranée, les tacauds sont obligés de développer toutes leurs pièces respiratoires et d'autres qui les accompagnent pour pouvoir évoluer dans cette mer.

De manière générale, nous pouvons dire que les pièces osseuse communes pour les deux populations du point de vue de la adaptation aux conditions environnementales thermiques sont essentiellement les éléments de la fonction respiratoire (tableau 27) comme les arcs branchiaux, le dentaire, l'articulaire, l'interopercule, le préopercule et le sousopercule.

Les mouvement des pièces buccales et de l'opercule pendant la respiration entraïnent l'entrée en activité de toutes les unités squelettiques mécaniques du crâne du poisson (Gijen et Chardon, 1976; Wandewalle, 1976; De la hoz et Aldunate, 1985).

Du fait que toutes les pièces osseuses constitutives de ces unités squelettiques ne suivent pas les responsables de la respiration, nous pouvons comprendre que toutes ces pièces n'interviennent pas au même rythme; d'où nous pouvons supposer que les organes osseux, qui sont ensemble avec ceux responsables de la respiration, participent le plus.

Indépendamment de la taille des os, les deux populations de Valence et de Vigo sont très similaires (dendogramme 1). Ce qui signifie qu'elles gardent les mêmes proportions de

croissance (c'est la même espèce en réalité) mais n'ont pas les mêmes dimensions des os. Donc, il y a une variation de la population

IV.4.- Andalucie, mai 2004

IV.4.1.- Statistiques descriptives, échantillons d'Andalucie, valeurs relatives à la longueur totale, (type c).

Tableau 33 : statistiques descriptifs des échantillons d'Andalucie en utilisant les valeurs de type b.

Variables	N	Minimum	Maximun	Moyenne	Ecart type	Variance
Largeur totale neurocrâne	50	104,67	118,41	110,8974	2,90052	8,413
Hauteur 10 vertèbre	50	37,95	45,91	42,9851	1,38610	1,921
Hauteur 17 vertèbre	50	56,17	62,37	58,6901	1,66414	2,769
Hauteur hyomandibulaire	50	72,60	78,82	74,7202	1,57854	2,492
Hauteur opercule	50	45,51	56,70	51,4958	3,17454	10,078
Largeur 1 vertèbre en vue latérale	50	25,81	31,91	29,5933	1,03789	1,077
Largeur r supérieure dentaire	50	41,09	46,76	44,2576	1,38769	1,926
Largeur r articulaire	50	47,82	53,08	50,1300	1,18111	1,395
Largeur cléitrum	50	48,59	62,69	54,9133	3,53760	12,515
Largeur carré	50	31,88	42,69	39,5025	1,96565	3,864
Largeur inférieure dentaire	50	4,55	9,11	7,6050	,71845	,516
Largeur r interopercule	50	12,14	17,41	15,4158	1,08459	1,176
Largeur lacrimal	50	23,74	28,76	25,9233	1,11444	1,242
Largeur nasal	50	22,77	28,76	25,6730	1,21938	1,487
Largeur palatine	50	39,56	44,97	43,0633	1,03745	1,076
Largeur postemporal	50	26,57	31,56	29,2888	1,07850	1,163
Largeur prémaxilaire	50	22,01	28,46	24,9806	1,13872	1,297
largeur preopercule	50	29,33	34,91	32,1809	1,64158	2,695
Largeur prévomer	50	27,48	35,87	31,2067	2,34927	5,519
Largeur sousopercule	50	15,18	20,70	18,8121	,91172	,831
Largeur supracléitrum	50	4,55	8,38	7,1278	,86160	,742
Diamétre corps 10 vertèbre	50	13,66	18,40	16,0192	1,25659	1,579
Distance axe-extrémité pariétal	50	28,79	34,32	31,2063	1,08004	1,166
Distance axe-extrémité ptérotique	50	52,22	59,20	55,3930	1,49701	2,241
Distance axe-sphénotique	50	15,12	19,16	17,3884	,91811	,843
Distance sphénotique-ptérotique	50	71,35	80,44	77,9419	1,70207	2,897
Longueur 1 arc branchial	50	57,68	63,10	60,7454	1,03937	1,080
Longitud 1 rayon branchiostège	50	48,58	60,20	55,3758	2,38937	5,709
Longueur 1 vertèbre en vue latérale	50	69,63	75,43	72,7484	1,06505	1,134
Longueur 2 arc branchial	50	82,84	89,39	86,1015	1,62676	2,646

Longitud 2 rayon branchiostège	50	53,89	63,10	58,7315	2,07001	4,285
Longueur 3 arc branchial	50	82,38	90,82	86,0492	2,39344	5,729
Longitud 3 rayon branchiostège	50	64,52	73,17	69,3598	1,91814	3,679
Longueur 4 arc branchial	50	83,08	91,57	87,2096	2,69447	7,260
Longueur 4 rayon branchiostège	50	84,54	92,84	88,3314	2,06098	4,248
Longueur 5 arc branchial	50	81,01	90,95	85,8170	2,96728	8,805
Longueur 5 rayon branchiostège	50	88,28	98,47	92,4964	2,54935	6,499
Longueur 6 rayon branchiostège	50	98,34	107,42	102,5422	2,24701	5,049
Longueur 7 rayon branchiostège	50	112,15	132,07	121,5685	4,71390	22,221
Longueur arc hyal	50	116,75	127,65	123,9641	1,94167	3,770
Longueur articulaire	50	80,46	90,33	86,8725	1,96560	3,864
Longueur cléitrum	50	151,80	185,01	173,5091	6,82998	46,649
Longueur coracoïde	50	76,49	85,58	81,0511	2,48778	6,189
Longueur carré	50	44,02	50,50	48,2940	1,20513	1,452
Longueur dentaire	50	103,75	112,42	109,1674	1,42908	2,042
Longueur épicentral 10 vertèbre	50	41,75	47,34	44,8791	1,15565	1,336
Longueur scapula	50	36,15	40,17	37,9994	,99861	,997
Longueur épine 10 vertèbre en vue latérale	50	65,56	74,60	69,7437	2,25998	5,108
Longueur épine 17 vertèbre	50	89,72	106,26	97,1767	4,44139	19,726
Longueur hyomandibulaire	50	60,39	71,01	66,0708	2,63117	6,923
Longueur interopercule	50	60,11	69,63	64,6989	3,12707	9,779
Longueur lacrimal	50	76,32	87,44	83,4061	2,77763	7,715
Longitud maxillaire	50	106,97	116,04	111,5116	1,99785	3,991
Longueur nasal	50	36,82	40,17	38,3783	,85816	,736
Longueur opercule	50	48,58	56,57	52,3032	2,50561	6,278
Longueur palatine	50	61,44	72,05	66,1947	3,27319	10,714
Longueur postcléitrum	50	128,25	140,70	135,0117	3,30489	10,922
Longueur postemporal	50	55,95	61,92	58,7162	1,54486	2,387
Longueur prémaxillaire	50	81,44	89,56	85,4678	2,62379	6,884
Longueur préopercule	50	114,61	133,85	125,5361	6,38580	40,778
Longueur point d'inflexion	50	60,72	71,08	68,1309	2,14394	4,596
Longueur sympléctique	50	44,02	50,21	48,0891	1,62104	2,628
Longueur sousopercule	50	58,98	69,92	63,9021	3,12433	9,761
Longueur supracléitrum	50	56,17	64,62	60,9424	1,22400	1,498
Longueur totale 1 vertèbre en vue dorsale	50	78,19	91,57	84,3065	3,88627	15,103
Longueur totale 10 vertèbre	50	71,57	79,20	75,6278	1,98577	3,943
Rayon arc neural 17 vertèbre	50	15,94	24,63	20,6737	1,88072	3,537
Rayon arc neural 1 vertèbre	50	4,55	8,61	6,6461	1,00537	1,011
Largeur frontal	50	20,49	29,32	27,2411	1,36645	1,867

Largeur otolithe	50	10,62	18,55	16,1708	1,37373	1,887
Distance entre ailes ptérotiques	50	46,01	53,08	49,9701	1,87615	3,520
Longueur aile ptérotique	50	12,14	16,94	15,5185	,80075	,641
Longueur pariétal+ptérotique	50	33,44	37,71	35,8574	1,02305	1,047
Longueur ptérotique	50	36,30	42,52	39,3075	1,62418	2,638

L'analyse de ce tableau 33 montre que les variances fluctuent entre 0,516 (largeur inférieure dentaire) à 46,649 (longueur cleitrum). Certaines variables comme la largeur de l'opercule et du cléitrum, la longueur du rayon branchiostège 7, du palatine, du postcléitrum, du préopercule, de l'épine de la vertèbre 17 et la longueur totale de la vertèbre 1 présentent des variations qui peuvent être considerées comme d'importantes fluctuations (variances supérieures ou égales à 10) comparativement à ce que nous avons vu avec la population de Valence. Ceci indique que la taille des os est en fonction de la longueur du poisson, donc quand il y a des variations importantes de la longueur du poisson, il y aura certainement des variations considérables au niveau des os. Ce qui veut dire que les grands poissons vont présenter de grands os contrairement aux petits. Ce qui donne finalement une diversité de variations au sein de la population.

IV.4.2.- Analyse factorielle des valeurs moyennes relatives type c.

Nous avons utilisé les valeurs moyennes relatives type c pour effectuer une analyse factorielle.

IV.4.2.1.- Variance totale expliquée, valeur moyennes relatives (type c).

Tableau 34: Variance totale expliquée, valeurs moyennes relatives.

Composants	Autovaleurs initiales		
	Total	% de la variance	% accumulé
1	25,997	35,131	35,131
2	12,744	17,221	52,352
3	10,812	14,611	66,964
4	3,939	5,323	72,286
5	2,753	3,721	76,007

Les cinq premiers composants expliquent jusqu'à 76 % de la variance (tableau 34).

IV.4.2.2. Résumé de la matrice des composantes, valeurs moyennes relatives (type c).

Tableau 35: Résumé de la matrice de composants, valeurs moyennes relatives.

Variables	Composants
Largeur totale neurocrâne	1
Hauteur 10 vertèbre	2
Hauteur 17 vertèbre	1
Hauteur hyomandibulaire	2
Hauteur opercule	1

Largeur 1 vertèbre en vue latérale	2
Largeur supérieure dentaire	2
Largeur articulaire	1
Largeur cléitrum	-1
Largeur carré	-3
Largeur inférieure dentaire	-3
Largeur interopercule	-3
Largeur lacrimal	2
Largeur nasal	-1
Largeur palatine	2
Largeur postemporal	1
Largeur prémaxilaire	-1
largeur préopercule	1
Largeur prévomer	1
Largeur sousopercule	2
Largeur supracléitrum	-3
Diamétre corps 10 vertèbre	-5
Distance axe-extrémité pariétal	>5
Distance axe-extrémité ptérotique	1
Distance axe-sphénotique	-1
Distance sphénotique-ptérotique	-3
Longueur 1 arc branchial	2
Longitud 1 rayon branchiostège	1
Longueur 1 vertébre en vue latérale	4
Longueur 2 arc branchial	3
Longitud 2 rayon branchiostège	2
Longueur 3 arc branchial	3
Longitud 3 rayon branchiostège	2
Longueur 4 arc branchial	-1
Longitud 4 rayon branchiostège	1
Longueur 5 arc branchial	-1
Longitud 5 rayon branchiostège	1
Longitud 6 rayon branchiostège	3
Longitud 7 rayon branchiostège	1
Longueur arc hyal	1
Longueur articulaire	-3
Longueur cléitrum	1
Longueur coracoïde	1
Longueur carré	>5
Longueur dentaire	4
Longueur épicentral 10 vertèbre	2
Longueur scapula	2
Longueur épine 10 vertèbre en vue latérale	1
Longueur épine 17 vertèbre	1
Longueur hyomandibulaire	1
Longueur interopercule	1
Longueur lacrimal	2
Longitud maxillaire	1

Longueur nasal	2
Longueur opercule	1
Longueur palatine	-1
Longueur postcléitrum	1
Longueur postemporal	1
Longueur prémaxillaire	1
Longueur préopercule	-1
Longueur point d'inflexion	2
Longueur sympléctique	-1
Longueur sousopercule	2
Longueur supracléitrum	5
Longueur totale 1 vertèbre en vue dorsale	-1
Longueur totale 10 vertèbre	-1
Rayon arc neural 17 vertèbre	-1
Rayon arc neural 1 vertèbre	1
Largeur frontal	-3
Largeur otolithe	2
Distance entre ailes ptérotiques	1
Longueur aile ptérotique	2
Longueur pariétal+ptérotique	5
Longueur ptérotique	1

Le tableau 35 résume la matrice de composants obtenue à partir des valeurs moyennes relatives (type c) des échantillons d'Andalucia. Son analyse permet de classifier les variables dans des sousgroupes. Ainsi, nous avons les sousgroupes suivants:

- 1 (largeur totale neurocrâne, hauteur 17 vertèbre, hauteur opercule, hauteur hyomandibulaire, largeur articulaire, largeur postemporal, largeur préopercule, largeur prévomer, distance axe-extrémité ptérotique, longueur 1; 4; 5 et 7 rayons branchiostèges, longueur arc hyal, longueur cleitrum, longueur coracoïde, longueur épine 17 vertèbre, longueur hyomandibulaire, longueur interopercule, longueur maxillaire, longueur opercule, longueur postcleitrum, longueur postemporal, longueur prémaxillaire, longueur rayon arc neural 1 vertèbre, distance entre ailes ptérotiques, longueur ptérotique).
- 1' (Largeur cléitrum, largeur nasal, largeur préopercule, distance axe-sphénotique, longueur 4 et 5 arcs branchiaux, longueur palatine, longueur préopercule, longueur simpléctique, longueur totale 1 vertèbre, longueur totale 10 vertèbre, rayon neural 17 vertèbre).
- 2 (hauteur 10 vertèbre, hauteur hyomandibulaire, largeur 1 vertèbre, largeur supérieure dentaire, largeur palatine, largeur sousopercule, longueur 1 arc branchial, longueur aile ptérotique, 3º rayons branchiostèges, longueur épicentral 10 vertèbre, longueur scapula, longueur lacrimal, longueur nasal, longueur point d'inflexion de l'arc hyal, largeur otolithe,).
- 3 (longueur 2º et 3º arcs branchiaux, longueur 6 rayon branchiostège).
- 3' (largeur carré, larguer inférieure dentaire, largeur interopercule, largeur supracleitrum, distance sphénotique-ptérotique, longueur articulaire, largeur frontal.).
- 4 (longueur 1 vertèbre, longueur dentaire).

- 5 (longueur supracleitrum, longueur pariétal+ptérotique).
- 5' (diamétre 10º vertèbre).
- >5 (distance axe-extrémité pariétal, longueur carré).

Nous pouvons remarquer que les variables correspondant aux pièces essentielles de la fonction respiratoire sont totalement dispersées dans les sous ensembles, comparativement aux échantillons de Valence. Nous avions vu la même chose avec les échantillonss de Vigo (1).

IV.4.3.- Analyse discriminante utilisant les valeurs des premiers composants (à partir des données type c) et la longueur comme variable de sélection.

Par l'utilisation des valeurs des premiers principaux composants (à partir de données type c), gardés comme de nouvelles variables qui expliquent plus de 70 % de la variance, nous avons effectué une analyse discriminante en considérant la variable longueur, catégorisée en 4 rangs obtenus en considérant l'écart type , comme variable de groupement. Ainsi, nous exposons la lambda de wilks, la matrice de structure et les fonctions discriminantes canoniques.

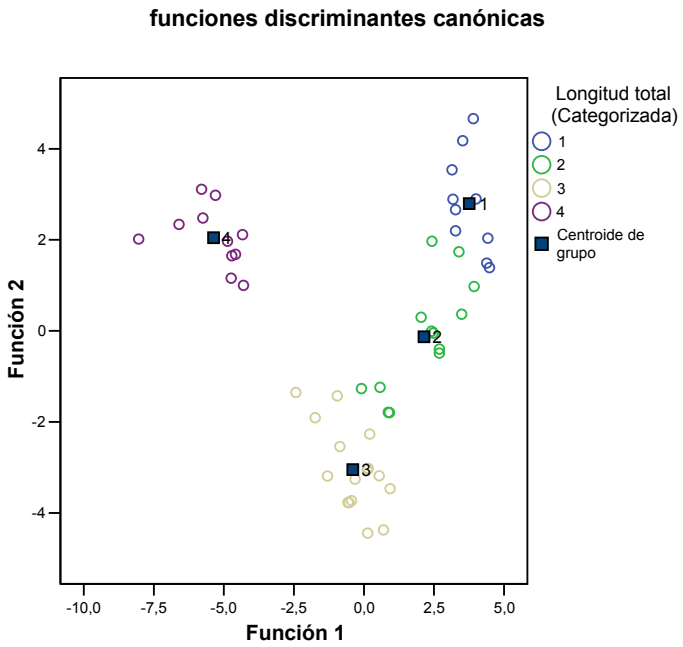
Tableau 36: Lambda de Wilks.

Fonctions	Lambda de Wilks	Chi-cuadrado	gl	Sig.
1	,007	221,306	15	,000
2	,085	109,617	8	,000
3	,590	23,465	3	,000

Tableau 37: Matrice de structure, valeurs type c.

Composants	Fonctions		
	1	2	3
1	,700(*)	,265	-,448
2	-,093	,235(*)	-,144
3	,025	,338	,691(*)
4	,091	-,245	,666(*)
5	-,035	,074	,254(*)

L'étude du tableau 37 montre que les fonction 1, 2 et 3, regroupent respectivement le composants 1, 2 et; 3, 4 et 5 et la fonction 1 discrimine plus les individus avec un Lambda de Wilks très petit égal à 0,007 (tableau 36).



Graphique 15: Fonctions discriminantes canoniques, valeurs type c, Andalucia.

L'analyse du graphique 15 montre que les fonctions 1 et 2 discriminent les individus. Il faut noter que la fonction 1 est positivement corrélée avec le composant 1 (saturation = 0,700) (tableau 37) qui renferme les variables qui apportent plus d'informations (largeur totale neurocrâne, hauteur 17 vertèbre, hauteur opercule, hauteur hyomandibulaire, largeur articulaire, largeur postemporal, largeur préopercule, largeur prévomer, distance axe-extrémité ptérotique, longueur 1; 4; 5 et 7 rayons branchiostèges, longueur arc hyal, longueur cléitrum, longueur coracoïde, longueur épine 17 vertèbre, longueur hyomandibulaire, longueur interopercule, longueur maxillaire, longueur opercule, longueur postcléitrum, longueur postemporal, longueur prémaxillaire, longueur rayon arc neural 1 vertèbre, distance entre ailes ptérotiques, longueur ptérotique), parmi lesquelles nous pouvons distinguer celles qui correspondent à des pièces respiratoires (hauteur opercule, largeur articulaire, largeur préopercule, longueur 1; 4; 5 et 7 rayons branchiostèges, longueur arc hyal, longueur interopercule, longueur maxillaire, longueur opercule, longueur prémaxillaire).

Le composant 2, positivement corrélé avec la fonction 2 (saturation = 0,235), renferme les variables suivantes: altura 10 vertèbre, altura hyomandibulaire, largeur 1 vertèbre, largeur supérieure dentaire, largeur palatine, largeur sousopercule, longueur 1 arc branchial, longueur 2 et 3 radios branchiostèges, longueur épicentral 10 vertèbre, longueur scapula, longueur lacrimal, longueur nasal, longueur point d'inflexion de l'arc hyal, largeur otolithe, longueur ailes ptérotiques; à l'intérieure desquelles, nous pouvons remarquer les éléments comme la largur dentaire, largeur sousopercule, longueur 1 arc branchial, longueur 2 et 3 rayons branchiostèges et longueur point d'inflexion de l'arc hyal qui correspondent à des organes de consommation d'oxygène.

Il résulte de l'analyse du graphique 15 que les variables du premier composant diminuent au fur et mesure que la taille de l'animal augmente (fonction 1). Mais les plus

petits comme les plus grands individus sont obligés d'accroître leurs pièces du composant 2.

Nous en déduison qu'il y'a une diminution de la croissance des éléments respiratoires comme l'opercule, préopercule, interopercule, certains rayons branchiostèges, articulaire, prémaxillaire, maxillaire et d'autres éléments du crâne aucours du développement du tacaud dans les côtes d'Andalucie et une variation anatomique très importante des pièces de la fonction respiratoire comme l'arc branchial 1, les rayons branchiostèges 2 et 3, le sousopercule et l'arc hyal qui diminuent puis augmentent au cours du développement du poisson..

IV.5.- Vigo (2), mai 2004

IV.5.1.- Statistiques descriptives, échantillons de Vigo (2), valeurs relatives à la longueur totale (type c).

Tableau 38: Statistiques descriptives, échantillons de Vigo (2), valeurs relatives (type c).

Variables	N	Minimum	Maximum	Moyenne
Diamétre corps 10 vertèbre	50	13,74	18,64	15,4
Distance axe-extrémité pariétal	50	29,22	34,80	31,3
Distance axe-extrémité ptérotique	50	46,98	62,32	56,2
Distance axe-sphénotique	50	12,89	20,31	15,7
Distance entre ailes ptérotiques	50	38,73	51,61	45,5
Distance sphénotique-ptérotique	50	70,89	87,98	76,3
Hauteur 10 vertèbre	50	35,36	53,65	42,9
Hauteur 17 vertèbre	50	50,75	58,16	54,9
Hauteur hyomandibulaire	50	60,36	78,30	66,3
Hauteur opercule	50	46,31	57,19	51,8
Largeur 1 vertèbre en vue latérale	50	26,77	31,64	28,7
Largeur articulaire	50	44,62	52,20	48,5
Largeur carré	50	31,99	46,61	36,2
Largeur cléitrum	50	43,78	57,42	51,5
Largeur frontal	50	18,52	27,34	23,5
Largeur inférieure dentaire	50	4,41	10,19	7,5
Largeur interopercule	50	12,65	16,78	15,0
Largeur lacrimal	50	20,21	29,10	24,2
Largeur nasal	50	20,14	27,41	23,4
Largeur otolithe	50	12,02	17,62	14,9
Largeur palatine	50	37,05	44,12	41,3
Largeur postemporal	50	21,89	32,26	28,0
Largeur prémaxilaire	50	22,93	31,32	26,6
largeur préopercule	50	24,42	68,96	30,7
Largeur prévomer	50	24,69	32,95	29,9
Largeur sousopercule	50	13,56	19,26	16,5

Largeur supérieure dentaire	50	34,34	46,19	41,1
Largeur supracléitrum	50	4,41	8,70	6,7
Largeur totale neurocrâne	50	107,77	121,18	112,6
Longitud 1 rayon branchiostège	50	43,50	58,16	49,4
Longitud 2 rayon branchiostège	50	50,52	59,58	54,6
Longitud 3 rayon branchiostège	50	57,62	70,69	65,7
Longitud 4 rayon branchiostège	50	71,42	90,69	83,6
Longitud 5 rayon branchiostège	50	84,19	95,45	88,8
Longitud 6 rayon branchiostège	50	85,39	102,82	94,9
Longitud 7 rayon branchiostège	50	81,93	126,10	113,0
Longitud maxillaire	50	97,66	112,08	105,9
Longueur 1 arc branchial	50	44,31	60,90	53,5
Longueur 1 vertèbre en vue latérale	50	67,89	78,30	72,2
Longueur 2 arc branchial	50	75,42	88,86	80,2
Longueur 3 arc branchial	50	77,33	90,73	83,6
Longueur 4 arc branchial	50	78,14	90,58	85,0
Longueur 5 arc branchial	50	74,92	89,49	82,7
Longueur aile ptérotique	50	7,94	17,40	13,4
Longueur arc hyal	50	116,00	126,38	121,0
Longueur articulaire	50	73,83	90,95	81,7
Longueur carré	50	42,10	50,96	46,8
Longueur cléitrum	50	154,64	184,75	168,1
Longueur coracoïde	50	76,53	87,00	81,6
Longueur dentaire	50	90,22	111,27	104,6
Longueur épicentral 10 vertèbre	50	39,98	46,36	44,0
Longueur épine 10 vertébre en vue latérale	50	66,92	75,72	71,4
Longueur épine 17 vertèbre	50	91,97	106,33	100,6
Longueur hyomandibulaire	50	68,94	79,71	74,5
Longueur interopercule	50	58,00	66,67	62,4
Longueur lacrimal	50	78,14	89,82	82,4
Longueur nasal	50	34,08	40,20	36,7
Longueur opercule	50	47,15	56,71	51,8
Longueur palatine	50	61,58	71,46	64,5
Longueur pariétal+ptérotique	50	30,86	37,94	35,7
Longueur point d'inflexion	50	51,14	69,60	60,5
Longueur postcléitrum	50	107,38	138,61	130,3
Longueur postemporal	50	52,54	62,35	57,5
Longueur prémaxillaire	50	80,83	90,58	85,3

Longueur préopercule	50	109,48	137,75	121,1
Longueur ptérotique		35,06	41,73	38,9
Longueur scapula	50	37,09	43,23	39,7
Longueur sousopercule	50	58,73	68,36	63,4
Longueur supracléitrum	50	56,39	70,78	61,6
Longueur sympléctique	50	42,41	53,47	47,4
Longueur totale 1 vertèbre en vue dorsale	50	83,57	93,47	88,3
Longueur totale 10 vertèbre	50	75,18	85,45	80,5
Rayon arc neural 1 vertébre	50	4,83	7,91	6,5
Rayon arc neural 17 vertébre	50	18,03	22,99	19,5

L'étude du tableau 38 montre que les variances varient entre 0,793 (rayon arc neural 1 vertébré) et 134,773 (largeur préopercule). Certaines variables comme la largeur totale du neurocrâne, la hauteur 10 vertébre, la hauteur de l'hyomandibulaire, la largeur supérieure de dentaire, largeur du postemporal, largeur du cléitrum, largeur du préopercule, distance sphénotique-ptérotique, longueur des 1; 2; 3; 4; et 5 arcs branchiaux, longueur des 4; 6; 7; rayons branchiostèges, longueur articulaire, longueur cléitrum, longueur dentaire, longueur épine 17 vertébre, longueur maxillaire, longueur postcleitrum, longueur préopercule, longueur supracleitrum, distance entre ailes ptérotiques présentent des variations qui peuvent être considerées comme d'importantes variations (variances supérieures à 10) comparativement à ce que nous avons vu avec la Valence. Ceci indique que la taille des os est en fonction de la longueur du poisson, donc quand il y a des variations importantes de la longueur du poisson, il y aura certainement des variations considérables au niveau des dimensions des os. Ce qui veut dire que les grands poissons vont présenter de grands os contrairement aux petits. Ce qui donne finalement une diversité de variations au sein de la population.

IV.5.2.- Analyse factorielle des valeurs type c.

Nous avons pris les principaux composants pour faire une analyse factorielle à patir des valeurs moyennes relatives (type c).

IV.5.2.1.- Variance totale expliquée, valeurs moyennes relatives (type c).

Tableau 39: Variance totale expliquée

Composants	Autovaleurs initiales		
	Total	% de la variance	% accumulé
1	32,028	43,281	43,281
2	13,360	18,053	61,334
3	4,803	6,491	67,825
4	3,645	4,926	72,751

A travers le tableau 39, nous pouvons voir que les quatre premiers principaux composants expliquent jusqu'à plus de 72 % de la variance totale explquée.

IV.5.2.2. Résumé de la matrice de composants, valeurs moyennes relatives (type c).

Tableau 40: Resumé de la matrice de composants, valeurs (type c)

Variables	Composants
Largeur totale neurocrâne	2
Hauteur 10 vertèbre	-4
Hauteur 17 vertèbre	3
Hauteur hyomandibulaire	>4
Hauteur opercule	2
Largeur 1 vertèbre en vue latérale	3
Largeur supérieure dentaire	1
Largeur articulaire	1
Largeur cléitrum	1
Largeur carré	1
Largeur inférieure dentaire	1
Largeur interopercule	1
Largeur lacrimal	1
Largeur nasal	1
Largeur palatine	1
Largeur postemporal	1
Largeur prémaxilaire	1
Hauteur préopercule	>4
Largeur prévomer	1
Largeur sousopercule	1
Largeur supracléitrum	1
Diamétre corps 10 vertèbre	3
Distance axe-extrémité pariétal	1
Distance axe-extrémité ptérotique	2
Distance axe-sphénotique	1
Distance sphénotique-ptérotique	>4
Longueur 1 arc branchial	1
Longitud 1 rayon branchiostège	1
Longueur 1 vertébre en vue latérale	-2
Longueur 2 arc branchial	1
Longitud 2 rayon branchiostège	1
Longueur 3 arc branchial	1
Longitud 3 rayon branchiostège	1
Longueur 4 arc branchial	1
Longitud 4 rayon branchiostège	1
Longueur 5 arc branchial	1
Longitud 5 rayon branchiostège	1
Longitud 6 rayon branchiostège	1
Longitud 7 rayon branchiostège	1
Longueur arc hyal	1
Longueur articulaire	1
Longueur cléitrum	1

Longueur coracoïde	2
Longueur carré	1
Longueur dentaire	1
Longueur épicentral 10 vertèbre	-2
Longueur scapula	-1
Longueur épine 10 vertèbre en vue latérale	2
Longueur épine 17 vertèbre	2
Longueur hyomandibulaire	-4
Longueur interopercule	1
Longueur lacrimal	-2
Longitud maxillaire	1
Longueur nasal	-2
Longueur opercule	2
Longueur palatine	-2
Longueur postcléitrum	1
Longueur postemporal	1
Longueur prémaxillaire	2
Longueur préopercule	-2
Longueur point d'inflexion	1
Longueur sympléctique	-2
Longueur sousopercule	3
Longueur supracléitrum	1
Longueur totale 1 vertèbre en vue dorsale	-1
Longueur totale 10 vertèbre	-4
Rayon arc neural 17 vertèbre	-2
Rayon arc neural 1 vertèbre	1
Largeur frontal	1
Largeur otolithe	1
Distance entre ailes ptérotiques	1
Longueur aile ptérotique	1
Longueur pariétal+ptérotique	>4
Longueur ptérotique	2

Le tableau 40 résume la matrice de composants obtenue à partir des valeurs moyennes relatives (type c) des échantillons de Vigo (2). Son analyse permet de classifier les variables dans des sousgroupes. Ainsi, nous avons les sous groupes suivants:

- 1 (largeur supérieure dentaire, largeur inférieure dentaire, largeur articulaire, largeur cleitrum, largeur interopercule, largeur lacrimal, largeur nasal, largeur palatine, largeur postemporal, largeur prémaxillaire, largeur prévomer, largeur sousopercule, largeur supracleitrum, distance axe-extrémité pariétal, distance axe-sphénotique, longueur 1; 2; 3; 4 et 5 arcs branchiaux, longueur 1; 2; 3; 4; 5 ; 6 et 7 rayons branchiostèges, longueur arc hyal, longueur articulaire, longueur cléitrum, longueur carré, longueur dentaire, longueur interopercule, longueur maxillaire, longueur postcleitrum, longueur postemporal, longueur point d'inflexion de l'arc hyal, longueur supracléitrum, longueur rayon arc neural 1 vertébre, largeur frontal, largeur otolithe, distance entre ailes ptérotiques, longueur aile ptérotique).

- 1’ (longueur scapula, longueur totale 1 vertèbre).
- 2 (largeur totale neurocrâne, distance axe-extrémité ptérotique, longueur coracoïde, longueur épine 10 vertèbre, longueur épine 17 vertèbre, hauteur opercule, longueur opercule, longueur prémaxillaire, longueur ptérotique).
- 2’ (longueur 1 vertèbre, longueur épicentral 10 vertèbre, longueur lacrimal, longueur nasal, longueur palatine, longueur préopercule, longueur simpléctique, longueur rayon arc neural 17 vertèbre).
- 3 (hauteur 17 vertèbre, largeur 1 vertèbre, diamètre corps 10 vertèbre, longueur sousopercule).
- 4’ (hauteur 10 vertèbre, longueur hyomandibulaire, longueur totale 10 vertèbre).
- ›4 (hauteur hyomandibulaire, largeur préopercule, distance sphénotique-ptérotique, longueur pariétal+ptérotique).

Il ressort de l’analyse du tableau 40 que les variables correspondant aux éléments moteurs de la respirations à savoir les arcs branchiaux, l’arc hyal, les rayons branchiostèges, le dentaire, l’articulaire, le prémaxillaire, le maxillaire, l’interopercule, le sousopercule, l’interopercule. sont tous reunis dans le premier sous groupe; seulement l’opercule est absent et on le rencontre dans le deuxième sous groupe.

IV.5.3.- Analyse discriminante utilisant les valeurs des premiers composants (à partir des données type c) et la longueur comme variable de sélection.

Par l’utilisation des valeurs des premiers principaux composants (à partir de données type c), gardés comme de nouvelles variables qui expliquent plus de 70 % de la variance, nous avons effectué une analyse discriminante en considérant la variable longueur, catégorisée en 4 rangs obtenus en considérant l’écart type , comme variable de groupement. Ainsi, nous exposons la Lambda de Wilks, la matrice de structure et les fonctions discriminantes canoniques.

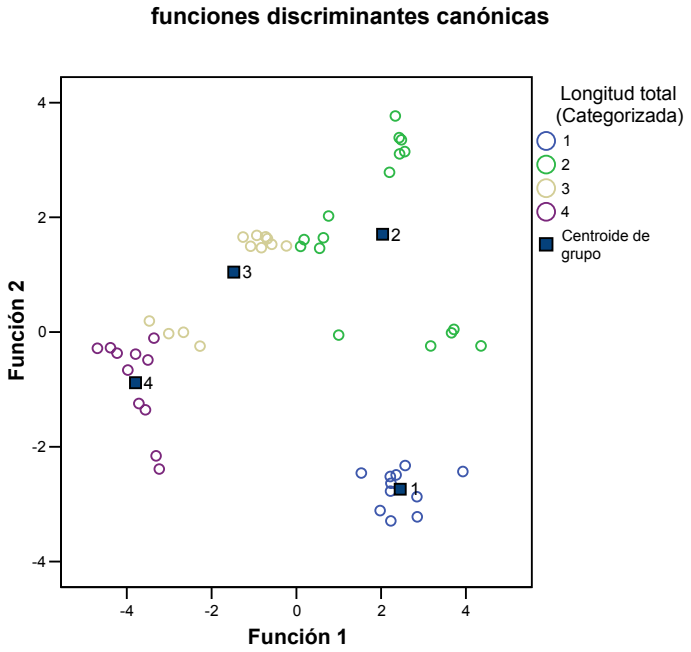
Tableau 41: Lambda de Wilks

Fonction	Lambda de Wilks	Chi-carré	gl	Sig.
1	,018	180,811	12	,000
2	,142	87,826	6	,000
3	,607	22,450	2	,000

Tableau 42: Matrice de structure

Composants	Fonctions		
	1	2	3
1	-,583(*)	,542	,129
2	,374	,705(*)	-,504
3	,125	,016	,757(*)
4	-,010	-,205	-,432(*)

L’analyse du tableau 42 montre que les fonction 1, 2 et 3, regroupent respectivement les composants 1, 2 et; 3 et 4 et la fonction 1 discrimine plus les individus avec un Lambda de Wilks très petit égal à 0,018 (tableau 41).



Graphique 16: Fonctions discriminantes canoniques, valeurs type c, Vigo (2).

L'analyse du graphique 16 montre que la fonction 1 discrimine les poissons de petite taille (1 et 2) des poissons de plus grande taille (3 et 4).

Il faut noter que le composant 1 est négativement corrélée avec la fonction 1 (saturation = -0,583), pendant que le composant 2, positivement corrélé avec la fonction 2 (saturation = 0,705) (tableau 42).

Il résulte de l'analyse de ce graphique 16 que les variables du composant 1 (largeur supérieure dentaire, largeur inférieure dentaire,largeur articulaire, largeur cléitrum, largeur interopercule, largeur lacrimal, largeur nasal, largeur palatine, largeur postemporal, largeur prémaxillaire, largeur prévomer, largeur sousopercule, largeur supracleitrum, distance axe-extrémité pariétal, distance axe-sphénotique, longueur 1; 2; 3; 4 et 5 arcs branchiaux, longueur 1; 2; 3; 4; 5 ; 6 et 7 rayons branchiostèges, longueur arc hyal, longueur articulaire, longueur cléitrum, longueur carré, longueur dentaire, longueur interopercule, longueur maxillaire, longueur postcléitrum, longueur postemporal, longueur point d'inflexion de l'arc hyal, longueur supracleitrum, longueur rayon arc neural 1 vertèbre, largeur frontal, largeur otolithe, distance entre ailes ptérotiques, longueur aile ptérotique) augmentent avec la taille du poisson; alors que celles du composant 2 (largeur totale neurocrâne, distance axe-extrémité ptérotique, longueur coracoïde, longueur épine 10 vertèbre, longueur épine 17 vertèbre, hauteur opercule, longueur opercule, longueur prémaxillaire, longueur ptérotique) subissent une variation anatomique beaucoup plus importante. Elles augmentent de taille quand l'animal est petit puis leur taille diminue au cours de la croissance du poisson.

Nous pouvons retenir que certains éléments de la fonction respiratoire comme les arcs branchiaux, l'arc hyal, les rayons branchiostèges, le dentaire, l'articulare, le prémaxillaire, le maxillaire, l'interopercule, le sousopercule et l'interopercule croissent avec la taille du poisson, tandis que d'autres comme l'opercule diminuent de taille.

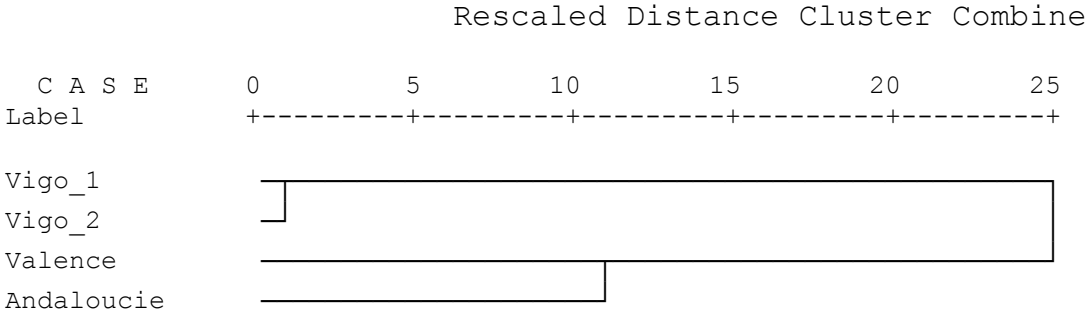
IV.6.- Andaloucie, Vigo et Valence.

IV.6.1.- Etude comparative, échantillons de Valence, Andaloucie et Vigo séparés.

Tableau 43: Récapitulation des résumés de la matrice de composants des échantillons de Valence, Andaloucie et Vigo.

Variables	Valence: valeurs moyennes relatives (type c)	Andaloucie : valeurs moyennes relatives (type c)	Vigo (1): valeurs moyennes relatives (type c)	Vigo (2) : valeurs moyennes relatives (type c)
Largeur totale neurocrâne	2	1	2	2
Hauteur 10 vertèbre	1	2	1	-4
Hauteur 17 vertèbre	-4	1	>5	3
Hauteur hyomandibulaire	1	2	3	>4
Hauteur opercule	1	1	2	2
Largeur 1 vertèbre en vue latérale	1	2	5	3
Largeur supérieure dentaire	1	2	1	1
Largeur articulaire	1	1	1	1
Largeur cléitrum	6	-1	1	1
Largeur carré	2	-3	1	1
Largeur inférieure dentaire	1	-3	1	1
Largeur interopercule	1	-3	1	1
Largeur lacrimal	1	2	1	1
Largeur nasal	-6	-1	1	1
Largeur palatine	1	2	1	1
Largeur postemporal	1	1	1	1
Largeur prémaxilaire	1	-1	1	1
Hauteur preopercule	1	1	1	>4
Largeur prévomer	1	1	1	1
Largeur sousopercule	1	2	1	1
Largeur supracléitrum	1	-3	1	1
Diamétre corps 10 vertèbre	6	-5	1	3
Distance axe-extrémité pariétal	5	>5	1	1
Distance axe-extrémité ptérotique	-8	1	2	2
Distance axe-sphénotique	3	-1	1	1
Distance sphénotique-ptérotique	-3	-3	1	>4
Longueur 1 arc branchial	1	2	1	1
Longitud 1 rayon branchiostège	1	1	4	1
Longueur 1 vertébre en vue latérale	1	4	1	-2
Longueur 2 arc branchial	1	3	1	1
Longitud 2 rayon branchiostège	1	2	-5	1
Longueur 3 arc branchial	1	3	1	1
Longitud 3 rayon branchiostège	1	2	1	1
Longueur 4 arc branchial	1	-1	1	1
Longitud 4 rayon branchiostège	1	1	1	1
Longueur 5 arc branchial	1	-1	1	1
Longitud 5 rayon branchiostège	1	1	2	1
Longitud 6 rayon branchiostège	1	3	1	1
Longitud 7 rayon branchiostège	1	1	2	1

Longueur arc hyal	6	1	2	1
Longueur articulaire	-3	-3	1	1
Longueur cléitrum	2	1	1	1
Longueur coracoïde	1	1	2	2
Longueur carré	1	>5	3	1
Longueur dentaire	1	4	1	1
Longueur épicentre 10 vertèbre	3	2	-2	-2
Longueur scapula	>8	2	-1	-1
Longueur épine 10 vertèbre en vue latérale	7	1	2	2
Longueur épine 17 vertèbre	1	1	2	2
Longueur hyomandibulaire	4	1	1	-4
Longueur interopercule	1	1	2	1
Longueur lacrimal	-2	2	>5	-2
Longitud maxillaire	1	1	2	1
Longueur nasal	8	2	1	-2
Longueur opercule	1	1	-3	2
Longueur palatine	-5	-1	1	-2
Longueur postcléitrum	-3	1	-1	1
Longueur postemporal	1	1	1	1
Longueur prémaxillaire	1	1	2	2
Longueur préopercule	8	-1	1	-2
Longueur point d'inflexion	1	2	1	1
Longueur sympléctique	1	-1	3	-2
Longueur sousopercule	1	2	-4	3
Longueur supracléitrum	1	5	3	1
Longueur totale 1 vertèbre en vue dorsale	1	-1	-4	-1
Longueur totale 10 vertèbre	-4	-1	-1	-4
Rayon arc neural 17 vertèbre	-4	-1	1	-2
Rayon arc neural 1 vertèbre	7	1	1	1
Largeur frontal	1	-3	1	1
Largeur otolithe	>8	2	1	1
Distance entre ailes ptérotiques	2	1	1	1
Longueur aile ptérotique	3	2	1	1
Longueur pariétal+ptérotique	2	5	>5	>4
Longueur ptérotique	3	1	2	2



Dendogramme 2: Comparaison du comportement des populations

Le dendogramme 2 est obtenu à partir des valeurs moyennes relatives (type c) (tableau 43). Son analyse montre qu'il n'y a pas de différence entre les populations de Vigo (1) et Vigo (2). La population d'Andalucia est plus proche de celle de Vigo tandis que celle de Valencia est différente de toutes les autres.

IV.6.2.- Matrice des composants, échantillons de Vigo, Valence et Andaloucie mélangés, valeurs relatives (type c).

Tableau 44: Variance totale expliquée, valeurs relatives type c, echantillons de Valence,Andalucie et Vigo.

Composants	Autovaleurs initiales		
	Total	% de la variance	% accumulé
1	27,331	36,933	36,933
2	11,321	15,299	52,232
3	6,473	8,748	60,980
4	3,407	4,605	65,584
5	2,776	3,751	69,335
6	2,441	3,299	72,634
7	1,656	2,238	74,872
8	1,381	1,867	76,739
9	1,248	1,686	78,425

Les six premiers principaux composants expliquent plus de 72 % de la variance expliquée (tableau 44). Ces composants sont utilisés pour réaliser la matrice de composants.

Tableau 45: Matrice des composants, échantillons de Vigo, Valence et Andaloucie mélangés, valeurs relatives (type c).

Variables	Composants					
	1	2	3	4	5	6
Longueur 1 arc branchial	,913					
Longueur maxilaire	,875					
Longueur 2 arc branchial	,865					
Longueur postemporal	,861					
largeur palatine	,852					
Largeur carré	,843					
Largeur supérieure dentaire	,841					
Largeur articulaire	,817					
Largeur otolithe	,811					
Longueur aile ptérotique	,805					
Longueur carré	,801					
Largeur lacrimal	,789					
Distance entre ailes ptérotiques	,783					

Distance axe sphénotique	,766						
Longueur 1 vertèbre en vue laterale	,759						
Largeur frontal	,752						
Diamétre corps 10 vertébre	,748						
Largeur nasal	,739						
Longueur point d'inflexion	,738						
Largeur prévomer	,733						
Longueur cléitrum	,730						
Rayon arc neural 1 vertébre	,729						
Hauteur hyomandibulaire	,708						
Longueur 3 arc branchial	,707						
Largeur postemporal	,707						
Largeur 1 vertèbre en vue latérale	,706						
Longueur articulaire	,680						
Longueur sympléctique	,678						
Longueur épicentral 10 vertèbre	,675						
Longueur pariétal+ptérotique	,661						
Longueur préopercule	,649						
Distance axe-extrémité pariétal	,647						
Distance sphénotique-ptérotique	,646						
Hauteur 10 vertèbre	,629						
Longueur palatine	,617						
Longueur 7 rayon branchiostège	,605						
Longueur 5 arc branchial	,604						
Largeur cléitrum	,596						
Largeur interopercule	,589						
Longueur lacrimal	,556						
Longueur 4 arc branchial	,534						
Largeur inférieure dentaire	,447						
Longueur nasal	,440						
Longueur arc hyal	,428						
Longueur 2 rayon branchiostège		,839					
Longueur 3 rayon branchiostège		,804					
Longueur totale 10 vertèbre		-,767					
Largeur sousopercule		,760					

Longueur épine 10 vertèbre en vue laterale		-,739				
Longueur épine 17 vertébre		-,732				
Longueur 5 rayon branchiostège		,667				
Longueur 4 rayon branchiostège		,640				
Longueur totale 1 vertébra en vue dorsale		-,640				
Longueur 6 rayon branchiostège		,622				
Longueur dentaire		,616				
Longueur hyomandibulaire		-,581				
Longueur 1 rayon branchiostège		,571				
Hauteur 17 vertèbre		,501				
Longueur scapula		-,494				
Largeur supracléitrum		,449				
Longueur prémaxillaire			,692			
Rayon arc neural 17 vertèbre			-,644			
Longueur coracoïde			,643			
Longueur interopercule			,628			
Hauteur opercule			,622			
Longueur opercule			,601			
Longueur ptérotique			,542			
Largeur totale neurocrâne			,524			
Longueur postcléitrum			,455			
Distance axe-extrémité ptérotique			,427			
Largeur prémaxillaire				,695		
Longueur souspercule					,752	
Longueur supracléitrum						-,240
Largeur préopercule						

L'analyse du tableau 45 indique que le composant 1 regroupe entre autres des éléments responsables de la respiration comme les arcs branchiaux, préopercule, interopercule, dentaire, articulaire, maxillaire et de nombreux autres éléments du crâne; tandis que le composant 2 renferme essentiellement les rayons branchiostèges.

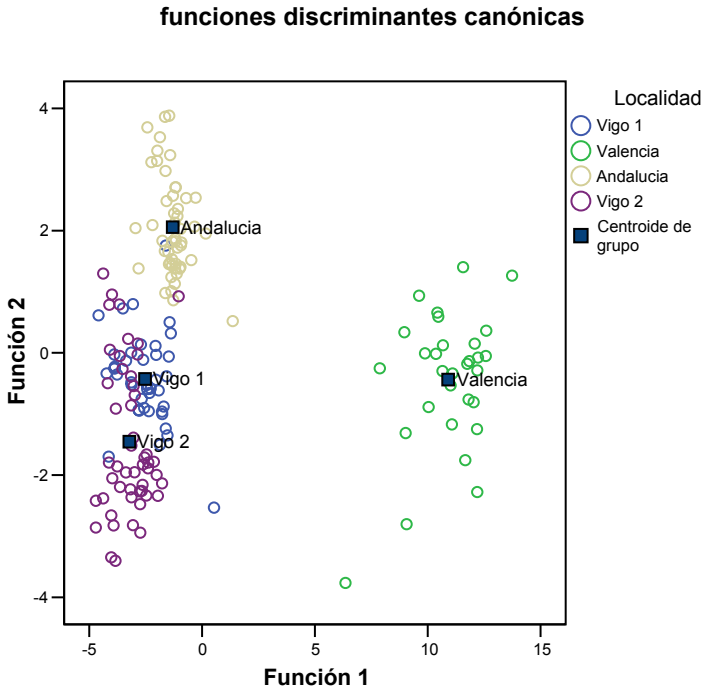
Par l'utilisation des valeurs des premiers principaux composants (à partir de données type c), gardés comme de nouvelles variables qui expliquent plus de 70 % de la variance, nous avons effectué une analyse discriminante en considérant la variable longueur, catégorisée en 4 rangs obtenus en considérant l'écart type , comme variable de groupement. Ainsi, nous exposons la lambda de wilks, la matrice de structure et les fonctions discriminantes canoniques.

Tableau 46: Lambda de Wilks.

Fonctions	Lambda de Wilks	Chi-carré	gl	Sig.
1	,011	737,737	18	,000
2	,308	193,304	10	,000
3	,920	13,708	4	,008

Tableau 47: Matrice de structure

Composants	Fonctions		
	1	2	3
4	,009	-,549(*)	,454
2	,267	,468(*)	,451
3	,009	-,026	-,560(*)
5	,009	,003	,524(*)
1	-,182	,420	,486(*)
6	-,005	,066	-,234(*)



Graphique 17: Fonctions discriminantes canoniques.

La fonction 1 discrimine totalement la population de la Méditerranée (Valence) de celles de l'Atlantique (Vigo et Andalucie), tandis que la discrimination des individus des populations de la fonction 2 n'est pas parfaite. Néanmoins, elle isole certains individus de Vigo de celle d'Andalucie (graphique 17). Il faut noter que le composant 2, qui renferme les rayons branchiostèges, est corrélé positivement avec la fonction 2 (tableau 47).

Donc, nous pouvons retenir que les rayons branchiostèges sont moins développés chez les poissons de Vigo (1 et 2) et plus grands chez ceux d'Andalucia (graphique 17), et

que les rayons branchiostèges des individus de Valence peuvent être comparés à ceux de Galice.

IV.6.3. Discussion

Chez les individus d'Andalucie, nous avons une diminution de la croissance des éléments respiratoires comme l'opercule, préopercule, interopercule, certains rayons branchiostèges, articulaire, prémaxillaire, maxillaire et d'autres éléments du crâne aucours du développement du tacaud et une variation anatomique très importante d'autres pièces de la fonction respiratoire comme l'arc branchial 1, les rayons branchiostèges 2 et 3, le sousopercule et l'arc hyal accompagnés d'autres pièces qui diminuent puis augmentent au cours du développement du poisson. Ceci signifie que les individus de cette localité, une fois atteigent l'âge adulte n'ont pas besoin d'accroître certains organes respiratoires. Mais, ils sont condamnés d'accroître d'autres organes de la fonction respiratoires. Ce qui montre que tous les éléments de la fonction de la consommation d'oxygène ne suivent pas les mêmes variations anatomiques. Ces phénomènes d'augmentation et de diminution dans la croissance de ces pièces constituent des stratégies d'adaptation anatomique face aux températures assez élevées dans les côtes d'Andalucie.

Chez les exemplaires de Vigo (2), tous les pièces motrices de la fonction respiratoire suivent les mêmes "directives" anatomiques sauf l'opercule (tableau 40). Ce qui signifie qu'ils n'ont pas besoin de développer tous leurs organes respiratoires pour vivre, étant donné qu'ils évoluent dans un écosystème de basses températures.

Antérieurement, nous avions vu qu' après la catégorisation de chaque variable, il n'y a pas de différence entre les populations de Valence et de Vigo (1). Mais avant d'annuler les effets de la taille des os, ces deux populations étaient très distinctes (dendrogramme 1).

Donc, nous pouvons dire que les différences observées (dendogramme 2) entre les populations de Valence, d'Andalucia et de Vigo sont essentiellement dues à des différences de taille des os. Ceci veut dire que c'est la même espèce dans tous nos sites d'étude, mais qu' il y a une variation de population.

En comparant les populations (graphique 17), nous avons constaté que, les rayons branchiostèges sont plus développés chez les poissons d'Andalucie. Ceci affirme plus ce que nous avions dit en haut, que ces individus, pour mieux vivre dans leur environnement, ont obligé de développer leurs rayons branchiostèges qui facilent l'ouverture et la fermeture de l'opercule à fin d'évacuer librement et activement les quantités d'eau qui entrent par la bouche.

A ceci s'ajoute, le fait que les échantillons ont été capturés en printemps, période pendant laquelle la croissance de *Trisopterus luscus* est rapide (Puente, 1988).

Normalement, nous devrions avoir la même chose avec les exemplaires de Vigo (2), étant donné qu'ils ont été pêchés à la même période que ceux d'Andalucie. Mais la différence en est que les individus de Galice, avec les faibles températures, n'ont pas besoin d'accroître autant ces organes de la fonctions respiratoires.

En comparant Vigo (1) et Vigo (2), nous pouvons constater que les deux populations sont identiques (graphique 17); mais que les centroides ne sont pas confondus. Ceci peut s'expliquer par le fait que la période d'échantillonnage diffère. Les exemplaires de Vigo (1) ont été capturés pendant l'été, période de chaleur. Les changements de température peuvent entraîner des variations anatomiques plus ou moins importantes au niveau du poisson.

Les individus de Valence, étant caractérisée par une petite taille, présentent des rayons branchiostèges de taille similaire à celle des exemplaires Vigo. De ce fait, nous pouvons dire que les rayons branchiostèges des individus de Valence sont bien développés.

Pour toutes les populations, quelque soit localité, les poissons sont appelés à s'adapter aux perturbations des facteurs environnementaux en particulier la température.

IV.7.- Discussion des résultats de l'adaptation à la température

Bien que les analyses discriminantes (graphique 8 y 14) aient montré qu'il y a des différences par rapport a la taille dans la population de Valence, nous pouvons dire que ces différences ne sont pas très grandes, car la variation de la taille et de l'os est faible (Tableau 1) comparativement à la variation observée dans les populations de Galice et d'Andalucie, où nous avons vu qu'il existe d'importantes variations dans leurs populations (tableaux 15, 33 et 38; graficos 1, 2 16 et 17).

Du point de vue fonctionelle (graphique 1 et 2), nous pouvons dire qu'il y a une grande différenciation de la zone respiratoire (buccal-operculaire) au cours de la croissance de l'animal. Pendant le développement, se modifie d'abord la zone buccal-operculaire et ensuite les autres parties. Ceci signifie que plus la masse de l'animal est importante, plus il nécessite de l'oxygène quelque soit le milieu où il évolue. Une fois la forme de capture de l'oxygène qui est indispensable à la survie est modifiée, le reste des caractères vont également se modifier. Ce qui veut dire en réalité qu'il y a deux grands ensembles anatomiques, le buccal-operculaire qui englobe les organes de la respiration et le reste.

Concernant les exemplaires de Valence, nous pouvons noter que les pièces osseuses qui interviennent de manière active dans la respiration comme l'opercule, le préopercule, le sousopercule, l'interopercule, les arcs branchiaux, les rayons branchiostèges, les éléments dela bouche à savoir le dentaire, l'articulaire, le prémaxillaire et le maxillaire se rencontrent dans le sous groupe 1 (tableaux 4 et 10). Cela signifie qu'elles suivent les mêmes lignes de croissance pendant le développement du poisson et participent de manière égale "aux forces" déployées au cours de la respiration pour faire face aux hautes températures du milieu. La température influe profondément la respiration.

La fréquence respiratoire et cardiaque augmente avec la température (Cedric et *al*, 2001, Mercier, 2002). Plus la température augmente, moins il y a de l'oxygène dissout dans l'eau. Ce qui fait que la vitesse de la respiration va augmenter (Wang, 2002).

La température joue un rôle essentiel dans l'élaboration des performances des poissons du fait de la poïkilothermie (Vandeputte et Prunet). Les poissons sont soumis à de nombreux stress et à des variations du milieu comme la température (Vandeputte et Prunet, 2002) qui peuvent avoir des conséquences négatives plus ou moins importantes sur les

performances de l'animal, aussi bien sur la croissance que sur la reproduction ou la résistance aux agents pathogènes (Pickering, 1992).

C'est pourquoi, dans les eaux très chaudes comme la Méditerrannée, il est obligé de développer une "énergie respiratoire" très importante pour pouvoir s'adapter aux conditions thermiques environnementales. Avec cette grande activité respiratoire, il pourrait y avoir une modification des pièces buccales (comme le dentaire, l'articulaire, le prémaxillaire et le maxillaire).

Toute modification des éléments de la bouche provoque un changement du reste de la tête (Vandewalle et Chardon, 1981). En plus, les mouvements de la bouche et de l'opercule au cours de la respiration entrainent l'activité de toutes les parties de la tête du poisson (Gijen et Chardon, 1976; Wandewalle, 1976; De la hoz et Aldunate (1985).

Nous pouvons comprendre l'intervention plus ou moins importante de toutes les pièces osseuses de la tête dans l'activité respiratoire. Ainsi, il est claire que quelques unes d'entre elles vont subir les mêmes "directives anatómiques" au cours du développement de l'animal. Ceci peut expliquer la présence des pièces qui sont avec celles responsables de la respiration du poisson (Tableaux 4 et 10).

A la différence des populations de Valence, dans les populations de Vigo (1 et 2) et d'Andalucie, tous les éléments de la fonction respiratoire ne se rencontrent pas dans le même sous ensemble 1. C'est le cas de l'opercule, le maxillaire et les rayons branquiostèges 1, 2, 5 et 7 pour les échantillons de Vigo (1) (tableau 18); l'opercule pour ceux de Vigo (2) (tableau 40) et, les branchies et le dentaire, pour les exemplaires d'Andalucie (tableau 35). Ce qui montre que dans les échantillons de l'Atlantique, Vigo (1 et 2) et Andalucie, les pièces de la fonction respiratoire ne suivent pas les mêmes lignes de croissance durant le développement du poisson. Puisque les individus de l'Atlantique sont dans un milieu où les températures sont plus faibles que celles de la Méditerrannée, ils ne nécessitent pas beaucoup d'"effort" pour pouvoir respirer. Ceci fait qu'ils ne présentent pas un rythme accéléré y synchrone de croissance. Ce qui explique que les exemplaires de la Galice et d'Andalucie, bien qu'ils soient de grande taille ont une petite tête comparativement à celle des individus de la Valence.

Pour s'adapter aux températures élevées de la Méditerrannée, les tacauds sont obligés de développer toutes leurs pièces respiratoires ainsi que les autres pièces qui les accompagnent pour pouvoir vivre dans cette mer. Ce qui va entraîner une augmentation du volume de la tête du poisson.

Il faut noter que ces organes adaptatifs n'ont pas un rôle seulement respiratoire. Mais interviennent dans la réalisation d'autres fonctions très importantes du poisson.

Tous les élémentss, qui travaillent dans la respiration, participent aussi à d'autres fonctions en y fournissant, semble t-il, des efforts plus grands. La prise de nourriture et le crachement exigent en effet l'activité de tous les muscles et la mise en mouvement de toutes les unités mécaniques squelettiques en utilisant la plupart des possibilités de relations entre ces dernières. Ces fonctions, en plus de la respiration, modèlent la forme de la région céphalique. Ce modelage répond aux exigences simultanées de fonctions dont l'importance paraît hiérarchisée (Dullmeijer, 1974 cité par Vandewalle et Chardon, 1981). Ce compromis tient aussi en compte des nécessités spatiales en rapport avec les relations

entre les organes et la forme générale, elle-même soumise à d'autres impératifs comme la locomotion et l'équilibration. La réalisation des quatre fonctions est basée sur un jeu de pompes aspirantes et foulantes qui établissent un courant d'eau dans les cavités buccale et operculaire (Vandewalle, 1979, 1980a, 1980b). Les forces nécessaires à l'établissement d'un courant d'eau sont plus faibles si l'eau est déplacée de manière rectiligne. L'efficacité des pompes devrait être meilleure chez les espèces à bouche antérieure (comme la notre) que celles présentant une bouche ventrale (Vandewalle et Chardon, 1981).

Les mouvements des pièces buccales et de l'opercule au cours de la respiration provoquent l'entrée en activité de toutes les unités squelettiques du crâne du poisson (Gijen et Chardon, 1976; Wandewalle, 1976; De la hoz et Aldunate, 1985).

Du fait que toutes les organes contituant ces unités ne suivent pas les pièces responsanbles de la respiration, nous pouvons dire que toutes ces organes n'interviennent pas au même rythme. Ce qui nous permet de dire que les pièces qui sont avec les responsables de la fonction respiratoire participent le plus.

Avec l'annulation de la taille de l'os, les populations de Valence et de Vigo (1) restent très similaires. Ce qui signifie qu'elles gardent les mêmes proportions de croissance (c'est la même espèce en réalité), mais n'ont pas les mêmes dimensions des os, donc nous pouvons dire qu'il y a une variation de population (dendrogramme 1).

Donc, nous pouvons dire que les différences observées (dendogramme 2) entre les populations de Valence, d'Andalucia et de Vigo sont essentiellement dues à des différences de taille des os.

Quelque soit le type de mer, l'adaptation à la température du tacaud, *Trisopterus luscus* se fait essentiellement par les pièces de la fonction respiratoire qui participent en même temps dans la prise de nourriture, le crachement et la locomotion (pour cette dernière avec les éléments apendiculaires). Cependant la différence se situe au niveau de la croissance de ces pièces du poisson : cela veut que dans les écosystèmes marins de hautes températures comme la méditerranée, le poisson est obligé d'avoir d'organes respiratoires et d'autres très développés pour pouvoir faire face aux hautes températures. Au contraire, dans les milieux de basses températures comme ceux des Rias de Galice, l'animal présente les mêmes lignes de variation que le tacaud de la Méditerranée mais ne nécessite pas d'augmenter tous ses organes osseux respiratoires, particulièrement ceux de la chambre operculaire, pour confronter les conditions thermiques. C'est pourquoi les tacauds peuvent être grands contrairement à ceux de la Méditerranée.

Il faut noter aussi que les polluants comme le cadnium, la cypermétrine et les pesticides diminuent le rythme de la respiration chez les poissons (Alcaraz et Espina, 1995; Reddy et Bashamohideen, 1995; Espina et al, 2000 et, Pandey et et al, 2001).

Donc le tacaud, pour s'adapter à ces types de polluants, serait obligé d'utiliser les même organes respiratoires.

RESULTATS ET DISCUSSION DE L'ETUDE DE L'ASYMÉTRIE FLUCTUANTE

V.- RESULTATS ET DISCUSSION DE L'ETUDE DE L'ASYMÉTRIE FLUCTUANTE.

V.1.- Valence, juillet 2003

V.1.1.- Statistiques descriptives, échantillons de Valence, analyse de variances.

Tableau 48: Statistiques descriptives, échantillons de Valence, analyse de variances.

D-G en %	N	Moyenne	Ecart type	Variance
Hauteur hyomandibulaire	30	1,2341	4,45776	19,872
Hauteur opercule	30	-,7920	4,71922	22,271
Largeur supérieure dentaire	30	-1,3836	6,57830	43,274
Largeur articulaire	30	1,6775	6,96460	48,506
Largeur cléitrum	30	-,1610	6,95522	48,375
Largeur carré	30	-2,6551	7,16034	51,271
Largeur nférieure dentaire	30	6,7778	15,49276	240,026
Largeur interopercule	30	-,5093	8,16294	66,634
Largeur lacrimal	30	1,0718	5,87566	34,523
Largeur nasal	30	-1,0615	5,77251	33,322
Largeur palatine	30	-1,7831	8,53481	72,843
Largeur postemporal	30	1,9836	6,24678	39,022
Largeur prémaxilaire	30	2,2756	5,56658	30,987
Largeur preopercule	30	-2,3737	9,05739	82,036
Largeur sousopercule	30	2,0084	6,88115	47,350
Largeur supracléitrum	30	,1667	19,08014	364,052
Distance axe-extrémité pariétal	30	-2,4512	7,76467	60,290
Distance axe-extrémité ptérotique	30	1,1665	4,65443	21,664
Distance axe-sphénotique	30	-,5581	10,12620	102,540
Distance sphénotique-ptérotique	30	-,2957	3,28619	10,799
Longueur 1 arc branchial	30	,3860	5,31344	28,233
Longitud 1 rayon branchiostège	30	-,5978	5,76226	33,204
Longueur 2 arc branchial	30	,1857	4,29079	18,411
Longitud 2 rayon branchiostège	30	1,2155	3,51644	12,365
Longueur 3 arc branchial	30	,3563	3,90752	15,269
Longitud 3 rayon branchiostège	30	-,3665	3,57128	12,754
Longueur 4 arc branchial	30	,6060	2,77538	7,703
Longitud 4 rayon branchiostège	30	,1874	2,88852	8,344
Longueur 5 arc branchial	30	-1,7178	2,43273	5,918
Longitud 5 rayon branchiostège	30	-,1664	1,80088	3,243
Longitud 6 rayon branchiostège	30	,4142	2,36749	5,605
Longitud 7 rayon branchiostège	30	-,4486	1,75813	3,091
Longueur arc hyal	30	,1665	1,86245	3,469
Longueur articulaire	30	-2,0708	4,41458	19,488
Longueur cléitrum	30	,5735	2,70739	7,330
Longueur coracoïde	30	,2607	3,85525	14,863

Longueur carré	30	-1,6347	6,11226	37,360
Longueur dentaire	30	-,9675	2,89531	8,383
Longueur épicentre 10 vertébre	30	-1,2214	5,39374	29,092
Longueur scapula	30	,5823	4,63223	21,458
Longueur hyomandibulaire	30	-,2220	4,16993	17,388
Longueur interopercule	30	-,6795	3,73694	13,965
Longueur lacrimal	30	-,8168	5,06181	25,622
Longitud maxillaire	30	-,9448	2,85122	8,129
Longueur nasal	30	-,3618	3,29756	10,874
Longueur opercule	30	-1,1736	5,32696	28,376
Longueur palatine	30	-,9442	3,94330	15,550
Longueur postcléitrum	30	,4094	2,70783	7,332
Longueur postemporal	30	-,9181	5,96809	35,618
Longueur prémaxillaire	30	-1,2629	3,04672	9,282
Longueur préopercule	30	-,1876	2,86872	8,230
Longueur point d'inflexion	30	-2,1313	3,65991	13,395
Longueur sympléctique	30	-1,5458	6,25855	39,169
Longueur sousopercule	30	1,0654	2,67449	7,153
Longueur supracléitrum	30	-1,9287	5,56789	31,001
Rayon arc neural 1 vertébre	30	-,0002	23,97285	574,697
Rayon arc neural 17 vertébre	30	2,0589	7,59995	57,759
Largeur frontal	30	,0539	10,00438	100,088
Largeur otolithe	30	-3,8651	18,37063	337,480
Distance entre ailes ptérotiques	30	3,2970	5,39446	29,100
Longueur aile ptérotique	30	-2,5794	15,57159	242,474
Longueur pariétal+ptérotique	30	-,8300	6,33605	40,146
Longueur ptérotique	30	-2,0284	4,60943	21,247

Les variations de la différence droite et gauche sont très grandes (variance > 200) pour les variables comme la largeur inféreure du dentaire, la largeur du supracléitrum, le rayon arc neural 1 vertèbre, la largeur de l'otolithe, la longueur de l'aile ptérotique: grandes (100 < variance < 200) pour les variables comme la largeur du frontal et la distances axe-sphénotique; et faibles (variance < 100) pour les autres variables (tableau 2).

En faisant la différence droit moins gauche, nous voyons que les moyennes varient entre -3,8651 (largeur otolithe) et 6,778 (largeur inférieure dentaire). La distance entre ailes ptérotiques, le rayon de l'arc neural du 17 vertèbre, la distance axe –extrémité ptérotique, la longueur de sousopercule et du 2 rayon branchiostège, la largeur inférieure du dentaire, la largeur du sousopercule, du prémaxillaire, du postemporal, du lacrimal, de l'articulaire, et la hauteur de l'hyomandibulaire croissent plus dans le sens du côté droit (moyennes supérieures à 1); pendant que la largeur de l'otolithe, du préopercule, du carré, du nasal, du palatine, la largeur supérieure du dentaire, la longueur du supracléitrum, du ptérotique, de l'aile ptérotique, du sympléctique, du point d'inflexion de l'arc hyal, du prémaxillaire, de l'opercule, du épicentre 10 vertèbre, du carré, de l'articulaire, du 5 arc branchial et la distance axe-extrémité pariétal ont tendance à accroître plus dans le sens du côté gauche (moyennes supérieures à 1 en valeur absolue) Pour toutes les autres variables, les moyennes sont inférieures à 0, c'est-à-dire que les côté droit et gauche ont presque la même taille, donc croissent de manière synchrone (tableau 2).

Il n' y a aucune asymétrie directionnelle des variables, étant donné que la différence mesure droit moins gauche n'est pas éloignée de zéro. La différence qui s'écarte beaucoup plus de zéro est la largeur inférieure du dentaire avec une moyenne égale à 6,8; c'est pourquoi, il peut y avoir une possible asymétrie directionnelle pour cette variable.

V.1.2. Résumé des asymétries de la population de Valence en utilisant les groupes de taille.

Tableau 49: Asymétries fluctuantes de la populationde Valence.

Variables	AF totale	AF grands	AF petits
Hauteur hyomandibulaire	3,3500	3,3884	3,3116
Hauteur opercule	3,2445	3,7940	2,6949
Largeur supérieure dentaire	5,4312	5,7209	5,1414
Largeur articulaire	5,8766	5,3143	6,4390
Largeur cléitrum	4,6368	7,4155	1,8581
Largeur carré	5,0385	3,8780	6,1991
Largeur nférieure dentaire	12,0000	12,1111	11,8889
Largeur interopercule	3,8955	3,2407	4,5503
Largeur lacrimal	3,3950	5,5780	1,2121
Largeur nasal	4,0652	5,2259	2,9044
Largeur palatine	6,0890	7,3373	4,8407
Largeur postemporal	4,7615	5,8357	3,6874
Largeur prémaxillaire	4,3896	4,5208	4,2585
Largeur préopercule	6,2414	7,4433	5,0395
Largeur sousopercule	4,9478	4,2020	5,6936
Largeur supracléitrum	13,5000	12,8889	14,1111
Distance axe-extrémité pariétal	5,3642	8,1139	2,6144
Distance axe-extrémité ptérotique	3,5916	4,0343	3,1489
Distance axe-sphénotique	6,3467	5,2727	7,4206
Distance sphénotique-ptérotique	2,3786	1,7127	3,0445
Longueur 1 arc branchial	3,6183	2,8786	4,3579
Longitud 1 rayon branchiostège	3,8665	4,0613	3,6717
Longueur 2 arc branchial	3,1823	2,5339	3,8307
Longitud 2 rayon branchiostège	2,7437	1,7981	3,6892
Longueur 3 arc branchial	2,7027	3,4816	1,9239
Longitud 3 rayon branchiostège	2,2190	2,5287	1,9092
Longueur 4 arc branchial	1,9399	2,2206	1,6592
Longitud 4 rayon branchiostège	2,1656	1,5910	2,7402
Longueur 5 arc branchial	2,2463	2,3432	2,1495
Longitud 5 rayon branchiostège	1,1478	1,3754	,9201
Longitud 6 rayon branchiostège	1,6251	1,1932	2,0569
Longitud 7 rayon branchiostège	1,3441	1,5200	1,1683
Longueur arc hyal	1,3242	1,6637	,9848
Longueur articulaire	3,8390	4,3835	3,2946
Longueur cléitrum	1,8118	1,4853	2,1383
Longueur coracoïde	2,7435	2,7806	2,7065
Longueur carré	4,4073	3,6680	5,1466

Longueur dentaire	2,5907	1,9905	3,1908
Longueur épicentral 10 vertèbre	3,9040	2,4039	5,4042
Longueur scapula	2,9699	2,5410	3,3988
Longueur hyomandibulaire	2,6976	2,2010	3,1942
Longueur interopercule	2,6950	2,1080	3,2819
Longueur lacrimal	4,2283	4,1730	4,2835
Longitud maxillaire	1,9960	2,4749	1,5171
Longueur nasal	2,0563	1,5902	2,5225
Longueur opercule	3,9309	4,9507	2,9111
Longueur palatine	2,7256	2,7201	2,7312
Longueur postcléitrum	1,3382	1,9972	,6792
Longueur postemporal	4,0789	4,6819	3,4758
Longueur prémaxillaire	2,4537	2,1870	2,7203
Longueur préopercule	2,1967	2,5688	1,8246
Longueur point d'inflexion	3,1044	3,6618	2,5471
Longueur sympléctique	5,0705	3,9043	6,2367
Longueur sousopercule	2,0034	2,2135	1,7933
Longueur supracléitrum	3,8153	3,7627	3,8679
Rayon arc neural 1 vertèbre	13,3331	14,4444	12,2218
Rayon arc neural 17 vertèbre	5,7997	5,2710	6,3283
Largeur frontal	7,4345	5,9866	8,8825
Largeur otolithe	13,8651	12,6349	15,0952
Distance entre ailes ptérotiques	4,8461	4,7553	4,9369
Longueur aile ptérotique	10,3254	8,6984	11,9524
Longueur pariétal+ptérotique	3,9351	3,9630	3,9073
Longueur ptérotique	3,6015	5,0650	2,1379

Le tableau 49 affiche les asymétries des individus de Valence en considérant les différences de taille. Son analyse montre que les variables, hauteur hyomandibulaire, hauteur et longueur opercule, largeur supérieure dentaire, largeur articulaire, largeur inférieure dentaire, largeur prémaxillaire, largeur préopercule, largeur sousopercule, largeur supracléitrum, Distance axe-extrémité pariétal, distance axe-extrémité ptérotique, distance axe-sphénotique, Distance sphénotique-ptérotique, longueur 1 et 2 arc branchial, longueur 1 rayon branchiostège, largeur interopercule, largeur lacrimal, largeur nasal, largeur palatine, longueur et largeur postemporal, largeur cléitrum, largeur carré, longueur articulaire, longueur carré, longueur épicentral 10 vertèbre, longueur lacrimal, longueur point d'inflexion de l'arc neural, longueur sympléctique, longueur supracléitrum, rayon arc neural 1 vertèbre, rayon arc neural 17 vertèbre, largeur frontal, largeur otolithe, distance entre ailes ptérotiques, longueur aile ptérotique, longueur pariétal-ptérotique, longueur ptérotique présentent une asymètrie fluctuante supérieure à 3; tandis que toutes les autres variables ont une asymétrie inférieure à 3.

Parmi les pièces ayant une grande asymétrie supérieure à 3, nous pouvons distinguer l'opercule, préopercule, sousopercule, interopercule, dentaire, articulaire, prémaxillaire, les arcs branchiaux 1 et 2, le rayon branchiostéges 1 et l'arc hyal qui ont des éléments de la fonction respiratoire.

Il faut noter que les éléments de grandes asymétries fluctuantes nous apportent plus d'information sur le stress des individus de Valence.

Mais il faut noter qu'aucune des variables n'a présenté une asymétrie inférieure à 1.

En comparant les asymétries des grands et petits poissons, nous constatons que les variables comme la hauteur de l'hyomandibulaire et de l'opercule, la largeur supérieure du dentaire, du lacrimal, du nasal, du palatine, du postemporal, du prémaxillaire, du préopercule et du cléitrum, la distance axe-extrémité ptérotique, la distance axe-extrémité pariétal, longueur des 1 ; 3 ; 5 et 7 rayons branchiostèges, longueur des arcs branchiaux 3 et 5, longueur de l'arc hyal, de l'articulaire, du coracoïde, du maxillaire, de l'opercule, du postcléitrum, du postemporal, du préopercule, du point d'inflexion de l'arc hyal, du sousopercule et du ptérotique présentent des asymétries plus importantes chez les grands que chez les petits.

Si nous faisons la somme totale des asymétries, nous remarquons que les grands sont plus asymétriques que les petits (AFgrands = 277,484 contre Afpetits = 265,449).

V.2.- Vigo (1), juillet 2003

V.2.1.- Statistiques descriptives, échantillons de Vigo (1), analyse de variances

Tableau 50: Statistiques descriptives, échantillons de Vigo (1), analyse de variances

	N	Moy.	Ecart type	Variance
Hauteur hyomandibulaire	40	-,0178	2,31536	5,361
Hauteur opercule	40	-,5614	2,87061	8,240
Largeur supérieure dentaire	40	1,1125	2,94180	8,654
Largeur articulaire	40	,0601	3,02297	9,138
Largeur cléitrum	40	,0895	2,93204	8,597
Largeur carré	40	-,4946	3,77531	14,253
Largeur inférieure dentaire	40	1,7014	8,61265	74,178
Largeur interopercule	40	1,9447	6,67885	44,607
Largeur lacrimal	40	,0624	6,09986	37,208
Largeur nasal	40	,4849	4,43443	19,664
Largeur palatine	40	,9224	2,93886	8,637
Largeur postemporal	40	-,0039	3,98854	15,908
Largeur prémaxilaire	40	-1,1529	4,97461	24,747
Largeur préopercule	40	,4017	4,66218	21,736
Largeur sousopercule	40	-,8724	7,85930	61,769
Largeur supracléitrum	40	-1,9206	14,35242	205,992
Distance axe-extrémité pariétal	40	,0368	4,17994	17,472
Distance axe-extrémité ptérotique	40	,0708	1,57293	2,474
Distance axe-sphénotique	40	-,2837	6,30435	39,745
Distance sphénotique-ptérotique	40	,4146	1,47790	2,184
Longueur 1 arc branchial	40	-,3282	3,24340	10,520
Longitud 1 rayon branchiostège	40	,2555	2,51694	6,335
Longueur 2 arc branchial	40	-,4869	1,71200	2,931
Longitud 2 rayon branchiostège	40	,6087	2,29490	5,267

Longueur 3 arc branchial	40	-,2903	2,00600	4,024
Longitud 3 rayon branchiostège	40	,2302	2,07479	4,305
Longueur 4 arc branchial	40	,4770	1,60185	2,566
Longitud 4 rayon branchiostège	40	,3371	2,08653	4,354
Longueur 5 arc branchial	40	-,4291	1,94610	3,787
Longitud 5 rayon branchiostège	40	-,1349	1,97492	3,900
Longitud 6 rayon branchiostège	40	-,1700	1,65814	2,749
Longitud 7 rayon branchiostège	40	,0832	1,19024	1,417
Longueur arc hyal	40	,2289	1,18837	1,412
Longueur articulaire	40	-,0264	1,32085	1,745
Longueur cléitrum	40	-,0440	1,08809	1,184
Longueur coracoïde	40	-,1631	1,79439	3,220
Longueur carré	40	,7241	3,41129	11,637
Longueur dentaire	40	,2638	1,60376	2,572
Longueur épicentreal 10 vertèbre	40	,0338	2,84698	8,105
Longueur scapula	40	,0605	3,49232	12,196
Longueur hyomandibulaire	40	-,0035	2,21976	4,927
Longueur interopercule	40	,1724	2,24832	5,055
Longueur lacrimal	40	,2408	2,01833	4,074
Longitud maxillaire	40	,5451	1,39942	1,958
Longueur nasal	40	-,0314	3,55587	12,644
Longueur opercule	40	,4951	2,75510	7,591
Longueur palatine	40	-,1456	2,21602	4,911
Longueur postcléitrum	40	-,4753	2,06484	4,264
Longueur postemporal	40	-,1431	3,05245	9,317
Longueur prémaxillaire	40	,4045	1,55989	2,433
Longueur préopercule	40	,0306	,92407	,854
Longueur point d'inflexion	40	-,3116	1,74385	3,041
Longueur sympléctique	40	,3481	3,14513	9,892
Longueur sousopercule	40	,1068	1,43225	2,051
Longueur supracléitrum	40	-,2778	2,19107	4,801
Rayon arc neural 1 vertèbre	40	-1,7321	14,15539	200,375
Rayon arc neural 17 vertèbre	40	,6312	3,70052	13,694
Largeur frontal	40	,9383	4,60858	21,239
Largeur otolithe	40	1,4990	8,37889	70,206
Distance entre ailes ptérotiques	40	,0950	3,03513	9,212
Longueur aile ptérotique	40	1,3776	7,98500	63,760
Longueur pariétal+ptérotique	40	-,1829	3,50454	12,282
Longueur ptérotique	40	-,4385	2,33432	5,449

La variance des différences D-G varie entre 0,854 (longueur préopercule) à 205,992 (largeur supracléitrum). La distribution des fréquences des moyennes de la diffénce droite moins gauche montre qu'il y'a peu de variation entre les deux côtés (moyenne inférieure à 1) et que les asimétries que nous avons sont des asymétries fluctuantes même si la longueur de l'aile ptérotique (m = 1,3776), la largeur de l'otolithe (m = 1,4990), de l'interopercule (m = 1,9447) et la largeur inférieure (m = 1,7014) et supérieue du dentaire (m = 1,1125) aient une tendence de croissance pour le côté droit tandis que le rayon arc

neurral du premier vertèbre (m = -1,7321), la largeur du supracleitrum (m = -1,9206) et du prémaxillaire (m = -1,1529) croissent plus au niveau du côté gauche (Tableau 50)

Il résulte de cette analyse que les populations de Vigo sont beaucoup plus homogènes et stables que celles de Valence.

V.2.2. Résumé des asymétries de la population de Vigo (1) en utilisant les groupes de taille

Tableau 51: Asymétries fluctuantes de la population de Vigo (1).

Variables	AF totale	AF grands	AF petits
Hauteur hyomandibulaire	1,4491	1,1670	1,7045
Hauteur opercule	1,8773	2,0038	1,7629
Largeur supérieure dentaire	1,9914	1,5875	2,3568
Largeur articulaire	2,2667	2,7549	1,8251
Largeur cléitrum	1,4716	1,7295	1,2384
Largeur carré	2,2837	2,4975	2,0901
Largeur nférieure dentaire	4,5764	4,4591	4,6825
Largeur interopercule	3,6306	3,1907	4,0287
Largeur lacrimal	4,1774	4,0442	4,2979
Largeur nasal	2,4056	1,4696	3,2524
Largeur palatine	1,9484	2,4279	1,5146
Largeur postemporal	2,4861	2,1304	2,8080
Largeur prémaxillaire	3,2174	2,6909	3,6937
Largeur préopercule	2,6965	1,6342	3,6577
Largeur sousopercule	4,4217	4,3147	4,5185
Largeur supracléitrum	7,2460	5,4302	8,8889
Distance axe-extrémité pariétal	2,6122	1,9549	3,2070
Distance axe-extrémité ptérotique	,8084	,8324	,7867
Distance axe-sphénotique	4,2866	4,7160	3,8980
Distance sphénotique-ptérotique	,8801	1,0725	,7061
Longueur 1 arc branchial	1,9123	1,3457	2,4249
Longitud 1 rayon branchiostège	1,6387	2,1809	1,1482
Longueur 2 arc branchial	1,0870	1,2057	,9795
Longitud 2 rayon branchiostège	1,3841	1,1137	1,6288
Longueur 3 arc branchial	1,3537	1,2479	1,4495
Longitud 3 rayon branchiostège	1,5113	1,4280	1,5866
Longueur 4 arc branchial	1,0628	1,0652	1,0605
Longitud 4 rayon branchiostège	1,1825	,9492	1,3936
Longueur 5 arc branchial	1,2366	,9363	1,5083
Longitud 5 rayon branchiostège	1,3414	1,0578	1,5980
Longitud 6 rayon branchiostège	1,0248	1,0306	1,0195
Longitud 7 rayon branchiostège	,7355	,5498	,9035
Longueur arc hyal	,7024	,4169	,9606
Longueur articulaire	,8086	,8180	,8000
Longueur cléitrum	,5326	,4517	,6058
Longueur coracoïde	1,1078	,9147	1,2825
Longueur carré	2,3069	1,5206	3,0184
Longueur dentaire	1,0374	,7174	1,3270

Longueur épicentral 10 vertébre	1,8321	1,2208	2,3852
Longueur scapula	2,2315	1,7340	2,6817
Longueur hyomandibulaire	1,3379	1,3153	1,3583
Longueur interopercule	1,3596	1,2050	1,4996
Longueur lacrimal	1,4095	,9672	1,8096
Longitud maxillaire	1,0040	1,2750	,7588
Longueur nasal	1,8278	1,3130	2,2936
Longueur opercule	1,7651	1,1902	2,2853
Longueur palatine	1,3326	,9929	1,6400
Longueur postcléitrum	,8335	,3459	1,2746
Longueur postemporal	1,7936	1,5819	1,9851
Longueur prémaxillaire	1,1020	1,3470	,8804
Longueur préopercule	,5051	,2408	,7443
Longueur point d'inflexion	1,2204	1,5178	,9514
Longueur sympléctique	2,0360	2,2949	1,8017
Longueur sousopercule	,9036	1,0343	,7854
Longueur supracléitrum	1,5045	1,5258	1,4851
Rayon arc neural 1 vertèbre	8,6488	6,5414	10,5556
Rayon arc neural 17 vertèbre	2,1371	2,8060	1,5318
Largeur frontal	3,1572	1,9549	4,2449
Largeur otolithe	5,2867	2,1760	8,1013
Distance entre ailes ptérotiques	1,7986	1,2935	2,2557
Longueur aile ptérotique	4,8969	4,7703	5,0113
Longueur pariétal+ptérotique	2,2753	2,0679	2,4629
Longueur ptérotique	1,3964	1,6862	1,1341

L'étude du tableau 51 permet de constater que les variables; comme largeur articulaire, largeur carré, largeur inférieure dentaire, largeur interoperculaire, largeur lacrimal, largeur nasal, largeur postemporal, largeur prémaxilllaire, largeur préoperculaire, largeur sousopercule, largeur supracléitrum, distance axe extrémité pariétal, distance axe sphénotique, longueur carré, longueur scapula, longueur simpléctique, rayon arc neural vertèbre 1, rayon arc neural vertèbre 17, largeur frontal, largeur otolithe, longueur aile ptérotique, et longueur pariétal+ptérotique; présentent une asymétrie fluctuante supérieure à 2. Le reste des variables ont des asymétries inférieures à 2.

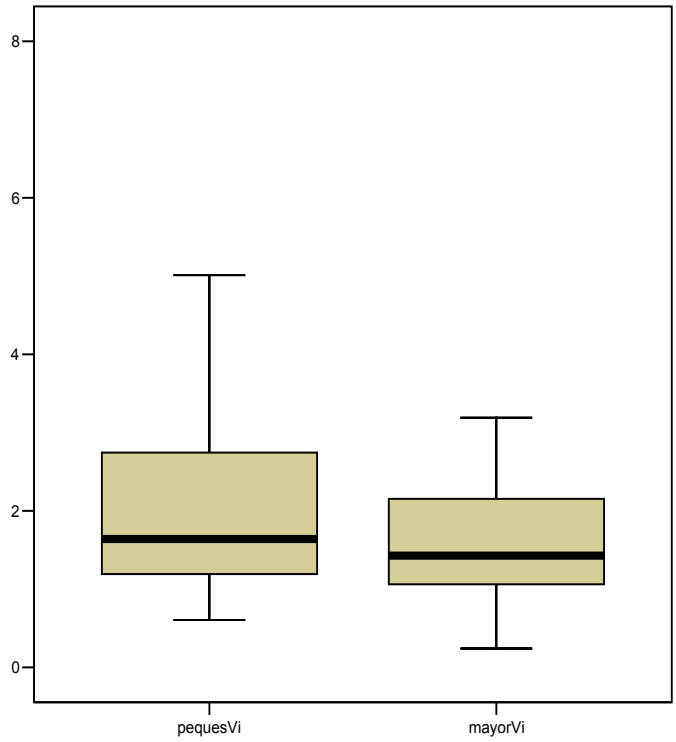
Les pièces de la fonction respiratoire citées, parmi les variables d'asymétrie supérieure à 2, sont le dentaire, l'articulaire, prémaxillaire, le préopercule et le sousopercule.

A travers ce tableau 51, nous pouvons remarquer aussi que certaines variables comme; distance axe-extrémité ptérotique, distance sphénotico-ptérotique, longueur 7^{e} rayon branquiostège, longueur arc hyal, longueur articulaire, longueur cléitrum, longueur postcléitrum, longueur préoperculaire, longueur sousoperculaire; sont affectées par une faible asymétrie inférieure à 1.

Pour les éléments comme; hauteur operculo, hauteur articular, hauteur cléitro, hauteur carré, hauteur palatine, distance axe-extrémité ptérotique, distance axe-sphénotique, distance sphénotico-ptérotique, longueur 1 rayon branchiostège, longueur 2 arc branchial, longueur maxillaire, longueur prémaxillaire, longueur point d'inflexion de

l'arc hyal, longueur simpléctique, longueur sousopercule, longueur supracléitrum, rayon arc neural 17 vertèbre et longueur ptérotique; l'asymétrie fluctuante est plus importante chez les grands poissons. Tout le reste des variables ont une asymétrie supérieure chez les petits.

Donc, nous pouvons noter que les petits individus présentent plus de variables avec une asymétrie supérieure comparativement aux grands. Si nous faisons la somme des asymétries, nous constatons que les petits sont plus stressés (Afpetits = 147,5314 contre Afgrands = 115,4560).



Graphique 18: Variation de l'asymétrie fluctuante dans la population de Vigo (1).

Il résulte de l'analyse du graphique 18 que les petits poissons présentent une plus grande asymétrie fluctuante.

Donc, nous pouvons dire que, pour la population de Vigo (1), les petits individus sont plus stressés que les grands.

V.3.- Vigo (1)-Valence, juillet 2003

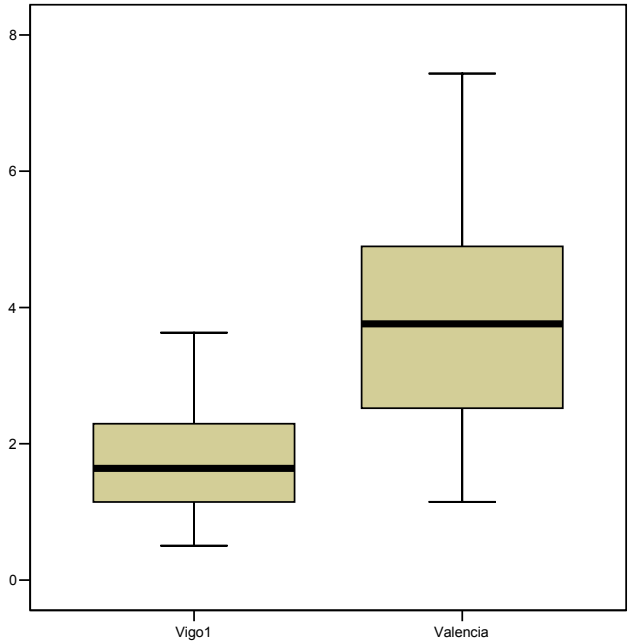
V.3.1.- Comparaison des asymétries entre Vigo (1) et Valence

Tableau 52: Comparaison des asymétries fluctuantes entre les populations de Valence et Vigo (1).

Variables	AF totale Vigo(1)	AF totale Valence
Hauteur hyomandibulaire	1,4491	3,3500
Hauteur opercule	1,8773	3,2445

Largeur supérieure dentaire	1,9914	5,4312
Largeur articulaire	2,2667	5,8766
Largeur cléitrum	1,4716	4,6368
Largeur carré	2,2837	5,0385
Largeur inférieure dentaire	4,5764	12,0000
Largeur interopercule	3,6306	3,8955
Largeur lacrimal	4,1774	3,3950
Largeur nasal	2,4056	4,0652
Largeur palatine	1,9484	6,0890
Largeur postemporal	2,4861	4,7615
Largeur prémaxilaire	3,2174	4,3896
Largeur préopercule	2,6965	6,2414
Largeur sousopercule	4,4217	4,9478
Largeur supracléitrum	7,2460	13,5000
Distance axe-extrémité pariétal	2,6122	5,3642
Distance axe-extrémité ptérotique	,8084	3,5916
Distance axe-sphénotique	4,2866	6,3467
Distance sphénotique-ptérotique	,8801	2,3786
Longueur 1 arc branchial	1,9123	3,6183
Longitud 1 rayon branchiostège	1,6387	3,8665
Longueur 2 arc branchial	1,0870	3,1823
Longitud 2 rayon branchiostège	1,3841	2,7437
Longueur 3 arc branchial	1,3537	2,7027
Longitud 3 rayon branchiostège	1,5113	2,2190
Longueur 4 arc branchial	1,0628	1,9399
Longitud 4 rayon branchiostège	1,1825	2,1656
Longueur 5 arc branchial	1,2366	2,2463
Longitud 5 rayon branchiostège	1,3414	1,1478
Longitud 6 rayon branchiostège	1,0248	1,6251
Longitud 7 rayon branchiostège	,7355	1,3441
Longueur arc hyal	,7024	1,3242
Longueur articulaire	,8086	3,8390
Longueur cléitrum	,5326	1,8118
Longueur coracoïde	1,1078	2,7435
Longueur carré	2,3069	4,4073
Longueur dentaire	1,0374	2,5907
Longueur épicentral 10 vertèbre	1,8321	3,9040
Longueur scapula	2,2315	2,9699
Longueur hyomandibulaire	1,3379	2,6976
Longueur interopercule	1,3596	2,6950
Longueur lacrimal	1,4095	4,2283
Longitud maxillaire	1,0040	1,9960
Longueur nasal	1,8278	2,0563
Longueur opercule	1,7651	3,9309
Longueur palatine	1,3326	2,7256
Longueur postcléitrum	,8335	1,3382
Longueur postemporal	1,7936	4,0789
Longueur prémaxillaire	1,1020	2,4537

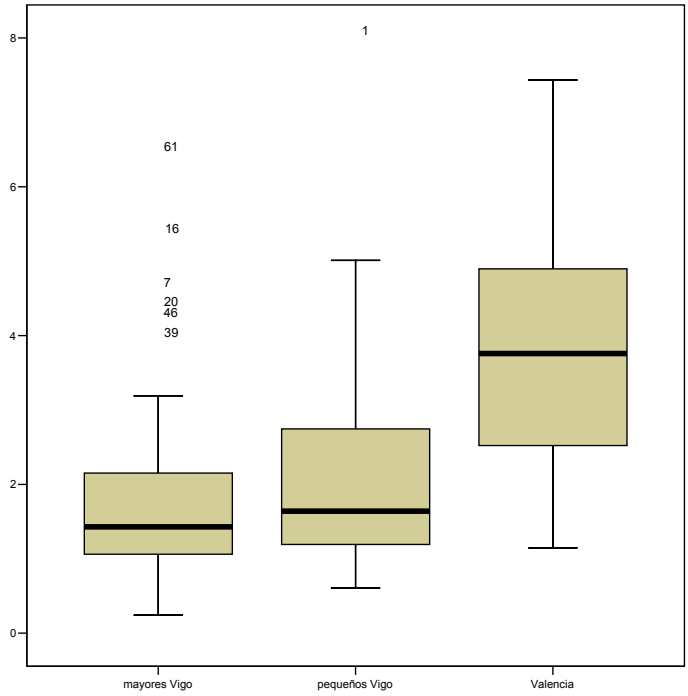
Longueur préopercule	,5051	2,1967
Longueur point d'inflexion	1,2204	3,1044
Longueur sympléctique	2,0360	5,0705
Longueur sousopercule	,9036	2,0034
Longueur supracléitrum	1,5045	3,8153
Rayon arc neural 1 vertèbre	8,6488	13,3331
Rayon arc neural 17 vertèbre	2,1371	5,7997
Largeur frontal	3,1572	7,4345
Largeur otolithe	5,2867	13,8651
Distance entre ailes ptérotiques	1,7986	4,8461
Longueur aile ptérotique	4,8969	10,3254
Longueur pariétal+ptérotique	2,2753	3,9351
Longueur ptérotique	1,3964	3,6015



Graphique 19 : Comparaison des asymétries entre les populations de Valence et Vigo (1).

Les asymétries fluctuantes sont plus importantes dans la population de Valence que dans celle de Vigo (1) (tableau 6 et graphique 19), sauf pour la longueur du arc branchial 5 (AF Valence = 1,1478 et AF Vigo (1) = 1,3414) et la largeur du lacrimal (AF Valence = 3,3950 et AF Vigo (1) = 4, 1774). Ce qui montre que les individus de la population de Valence sont plus stressés que ceux de Vigo (1).

.



Graphique 20: Variations des asymétries fluctuantes dans la population de Vigo (1) avec la comparaison à Valence**.**

L'analyse du graphique 20 permet de constater qu' en comparant les asymétries fluctuantes des petits et grands de la population de Vigo à celles des exemplaires de Valence, les asymétries sont beaucoup plus importantes chez les individus des côtes méditerranéennes.

V.3.2. Discussion: Valence-Vigo (1)

Pour les deux populations de Valence et Vigo (1), les différencec D-G (droite moins gauche) obtenues sur les variables étudiée fluctuent autour de zéro (Tableaux 48 et 51), sauf dans le cas de la largeur inférieure du dentaire (des individus de Valence) où nous avons une différence moyenne égale à 6,7778 (Tableau 48). Ce qui veut dire que nous avons des asymétries fluctuantes pour les deux populations, à l'exception de la largeur inférieure du dentaire des exemplarires de Valence qui peut présenter une possible asymétrie directionnelle.

L'asymétrie directionnelle montre une distribution normale des différences D-G autour d'une moyenne qui est significativement supérieure ou inférieure à zéro (Palmer et Strobeck, 1986; Van Valan, 1962).

Ces asymétries, qui fluctuent, sont plus grandes chez les individus de Valence. Ce qui démontre que ces poissons souffrent plus le stress.

Les déformations internes ou externes des poissons qui se produisent au cours des stades larvaire et juvénile peuvent s'expliquer par des conditions environnementaux abiotiques défavorables (Bolla et Holmefjord, 1988; Wiegand et al, 1989; Polo et al, 1991).

Les principaux facteurs connus, causant les anomalies du squelette chez le poisson sont entre autres les substances toxiques (Couch et al, 1979; Von Westernhagen, 1988; Bengtsson et al, 1988; Caris et Rice, 1990, Pereira et al, 1992), déficits diététiques (Halver, 1972; Soliman et al, 1986a,b; Dabrowski et al, 1990), infections parasitaires (Hoffman, 1962; Lom et al, 1991; Treasurer, 1992), développement embryonnaire défectueux et raisons génétiques (Taniguchi et al, 1984; Koumoundouros et al, 1997), températures de l'eau peu convenables, fluctuations de salinité de l'eau, niveaux bas de l'oxygène dissout.

Donc, le grand stress des exemplaires de Valence peut s'expliquer par les tempérutures très élevées de la Méditerranée qui entrainent une diminution des quantités d'oxygène dissout dans l'eau. Nous ne pouvons pas aussi écarter les polluants qui peuvent produire le stress.

Parmi les organes qui répondent plus au stress, nous avons les organes de la fonction respiratoire comme, d'une part, l'opercule, préopercule, sousopercule, interopercule, dentaire, articulaire, prémaxillaire, les arcs branchiaux 1 et 2, le rayon branchiostége 1 et l'arc hyal pour les individus de Valence (AF › 3) (tableau 49); et d'autre part, le dentaire, l'articulaire, prémaxillaire, le préopercule et le sousopercule pour les exemplaires de Vigo (1) (AF › 2) (tableau 51). Dans tous les cas, les pièces respiratoires sont citées parmi les plus affectées. Mais, elles sont plus touchées chez les individus de Valence. Ceci dit que, cette asymétrie fluctuante est une conséquence des conditions défavorables du milieu.

Les grands poissons sont plus symétriques que les petits au niveau de la population de Vigo (1) (tableau 51). Ceci peut s'expliquer par une adaptation au milieu de plus en plus marquée au fur et à mesure que le poisson se développe en maîtrisant davantage les perturbations environnementales qui pourraient être faibles via les basses températures du milieu.

Chez la population de Valence, les grands sont plus perturbés que les petits (tableau 49) car, les températures étant très élevées, l'animal est appelé à confronter ces facteurs abiotiques tout au long de sa croissance. Ce qui fait que l' asymétrie augmente tout au long de sa croissance.

V.4.- Andaloucie, mai 2004

V.4.1.- Statistiques descriptives, échantillons d'Andaloucie, analyse de variances

Tableau 53: Analyse de variances, échantillons d'Andaloucie.

% D-G	N	Moyenne	Ecart type	Variance
Hauteur hyomandibulaire	50	-,5335	1,75728	3,088
Hauteur opercule	50	-,1890	2,88752	8,338
Largeur supérieure dentaire	50	-,1105	2,58316	6,673
Largeur articulaire	50	,4791	3,02435	9,147
Largeur cléitrum	50	-,1621	5,32728	28,380
Largeur carré	50	,3900	2,66104	7,081
Largeur inférieure dentaire	50	-1,2476	13,30557	177,038
Largeur interopercule	50	-,2987	4,25351	18,092
Largeur lacrimal	50	-,8389	4,97356	24,736
Largeur nasal	50	,9930	4,43929	19,707

Largeur palatine	50	,5271	3,11497	9,703
Largeur postemporal	50	-,3831	3,86261	14,920
Largeur prémaxilaire	50	,3901	4,86164	23,636
Largeur préopercule	50	-,5495	3,50509	12,286
Largeur sousopercule	50	,9569	4,18490	17,513
Largeur supracléitrum	50	-1,9857	14,93911	223,177
Distance axe-extrémité pariétal	50	,9546	3,76769	14,196
Distance axe-extrémité ptérotique	50	,0780	1,73363	3,005
Distance axe-sphénotique	50	,0502	6,56702	43,126
Distance sphénotique-ptérotique	50	,4964	1,77989	3,168
Longueur 1 arc branchial	50	,1913	2,00331	4,013
Longitud 1 rayon branchiostège	50	,1626	2,07086	4,288
Longueur 2 arc branchial	50	,5439	1,93096	3,729
Longitud 2 rayon branchiostège	50	-,2446	2,07843	4,320
Longueur 3 arc branchial	50	-,0080	1,60547	2,578
Longitud 3 rayon branchiostège	50	-,0138	1,71296	2,934
Longueur 4 arc branchial	50	-,2692	1,32370	1,752
Longitud 4 rayon branchiostège	50	-,1563	1,38344	1,914
Longueur 5 arc branchial	50	-,1644	1,07739	1,161
Longitud 5 rayon branchiostège	50	-,0904	1,79341	3,216
Longitud 6 rayon branchiostège	50	,3455	2,55439	6,525
Longitud 7 rayon branchiostège	50	,0537	1,42755	2,038
Longueur arc hyal	50	-,0950	1,34915	1,820
Longueur articulaire	50	-,0570	1,71283	2,934
Longueur cléitrum	50	,6239	3,18674	10,155
Longueur coracoïde	50	-,0226	1,29683	1,682
Longueur carré	50	-,2756	2,67667	7,165
Longueur dentaire	50	-,2179	1,59383	2,540
Longueur épicentre 10 vertébre	50	-,0821	2,40969	5,807
Longueur scapula	50	-,4643	2,85230	8,136
Longueur hyomandibulaire	50	-,3488	1,94168	3,770
Longueur interopercule	50	-,1346	1,97833	3,914
Longueur lacrimal	50	,0266	1,44752	2,095
Longitud maxillaire	50	-,3984	1,32486	1,755
Longueur nasal	50	,7238	2,82992	8,008
Longueur opercule	50	,1804	2,77647	7,709
Longueur palatine	50	-,2922	2,02062	4,083
Longueur postcléitrum	50	-,0120	1,08678	1,181
Longueur postemporal	50	,1991	2,49396	6,220
Longueur prémaxillaire	50	-,2629	1,64759	2,715
Longueur préopercule	50	-,0563	1,17346	1,377
Longueur point d'inflexion	50	-,0741	1,90168	3,616
Longueur sympléctique	50	-,2123	2,88801	8,341
Longueur sousopercule	50	-,0431	2,40746	5,796
Longueur supracléitrum	50	,0082	1,85606	3,445
Rayon arc neural 1 vertèbre	50	-,8143	18,94696	358,987
Rayon arc neural 17 vertèbre	50	,6643	4,42559	19,586
Largeur frontal	50	,9394	3,68769	13,599

Largeur otolithe	50	,6324	7,43988	55,352
Distance entre ailes ptérotiques	50	-,6181	2,17196	4,717
Longueur aile ptérotique	50	-,4791	5,12266	26,242
Longueur pariétal+ptérotique	50	,0264	3,01631	9,098
Longueur ptérotique	50	,2023	2,62339	6,882

L'étude du tableau 53 montre que les variations de la moyenne des différences D-G sont très grandes (variance › 200) pour les variables: la largeur supracleitrum et le rayon arc neural 1 vertébre. Ces fluctuations peuvent considérées comme de grandes variations (100 ‹ variance ‹ 200) pour la largeur inférieure du dentaire; et pour le reste des variables, nous pouvons parler de faibles variations (variance ‹ 100).

Nous constatons qu'il n'y a pas de variables présentant une moyenne de différence D-G supérieure à 1 ou inférieure significativement à 1. Pratiquement, toutes les moyennes ne sont pas très loin de 0 et se distribuent autour de lui. Donc, nous pouvons parler des asymétries fluctuantes des variables étudiées dans la population d'Andalucie.

V.4.2.- Résumé des asymétries de la population d'Andalucie en utilisant les groupes de taille.

Tableau 54: Asymétries fluctuantes de la population d'Andalucie

% D-G	AF	AF grands	AF petits
Hauteur hyomandibulaire	1,1889	1,4064	,9335
Hauteur opercule	1,7174	1,8284	1,5872
Largeur supérieure dentaire	1,7673	1,6029	1,9603
Largeur articulaire	2,2095	1,9199	2,5496
Largeur cléitrum	2,4852	2,1861	2,8363
Largeur carré	1,7733	2,0930	1,3981
Largeur inférieure dentaire	8,8190	9,9735	7,4638
Largeur interopercule	1,9700	2,5632	1,2736
Largeur lacrimal	3,0337	3,3251	2,6917
Largeur nasal	3,0250	2,6454	3,4705
Largeur palatine	2,4216	2,5559	2,2639
Largeur postemporal	2,6702	2,6242	2,7242
Largeur prémaxillaire	3,4924	2,9937	4,0779
Largeur préopercule	2,3610	2,2917	2,4425
Largeur sousopercule	2,6165	2,9934	2,1739
Largeur supracléitrum	9,0143	10,9524	6,7391
Distance axe-extrémité pariétal	2,5383	2,6841	2,3672
Distance axe-extrémité ptérotique	1,0492	1,3755	,6661
Distance axe-sphénotique	4,7111	4,0213	5,5209
Distance sphénotique-ptérotique	1,2704	1,1992	1,3540
Longueur 1 arc branchial	1,2018	1,0844	1,3397
Longitud 1 rayon branchiostège	1,4484	1,4640	1,4301
Longueur 2 arc branchial	1,4555	1,9562	,8677
Longitud 2 rayon branchiostège	1,5083	1,7225	1,2570

Longueur 3 arc branchial	1,0170	1,1862	,8184
Longitud 3 rayon branchiostège	,9441	1,0384	,8335
Longueur 4 arc branchial	,8972	,6587	1,1772
Longitud 4 rayon branchiostège	,8774	1,0956	,6213
Longueur 5 arc branchial	,6630	,6668	,6585
Longitud 5 rayon branchiostège	1,0663	,7254	1,4664
Longitud 6 rayon branchiostège	1,3218	,8825	1,8376
Longitud 7 rayon branchiostège	,9974	1,0458	,9406
Longueur arc hyal	,9200	,6890	1,1912
Longueur articulaire	1,1895	,9206	1,5052
Longueur cléitrum	1,0176	,5790	1,5325
Longueur coracoïde	,7989	,7100	,9031
Longueur carré	1,8088	2,0432	1,5337
Longueur dentaire	1,0004	,8632	1,1615
Longueur épicentral 10 vertèbre	1,7164	1,7707	1,6526
Longueur scapula	1,6202	1,4581	1,8104
Longueur hyomandibulaire	1,2872	1,3731	1,1865
Longueur interopercule	1,3717	1,6744	1,0163
Longueur lacrimal	,9124	1,0553	,7445
Longitud maxillaire	,9386	1,1281	,7161
Longueur nasal	1,9056	1,8854	1,9293
Longueur opercule	1,7440	1,7773	1,7048
Longueur palatine	1,3668	1,2936	1,4527
Longueur postcléitrum	,7093	,7803	,6259
Longueur postemporal	1,5851	1,8677	1,2533
Longueur prémaxillaire	1,1883	1,4725	,8548
Longueur préopercule	,8092	,8008	,8191
Longueur point d'inflexion	1,2966	,9896	1,6571
Longueur sympléctique	1,9896	2,1980	1,7449
Longueur sousopercule	1,7789	2,0403	1,4720
Longueur supracléitrum	1,2726	1,2314	1,3209
Rayon arc neural 1 vertèbre	12,7190	14,6649	10,4348
Rayon arc neural 17 vertèbre	2,9079	2,6213	3,2444
Largeur frontal	2,3219	2,4909	2,1235
Largeur otolithe	5,3941	6,5997	3,9789
Distance entre ailes ptérotiques	1,3765	,9827	1,8389
Longueur aile ptérotique	3,0468	3,3639	2,6746
Longueur pariétal+ptérotique	1,8935	1,5935	2,2456
Longueur ptérotique	1,5783	1,3756	1,8163

Le tableau 54 reflète les statistiques descriptifs des asymétries fluctuantes dans la population d'Andalucie. Son analyse permet de constater que les variables comme la largeur de l'articulaire, du cléitrum, du lacrimal, du nasal, du palatine, du postemporal, du prémaxillaire, du préopercule, du sousopercule, du frontal, de l'otolithe, la largeur inférieure du dentaire, la distance axe-extrémité pariétal, la distance axe-sphénotique, le rayon de l'arc neural de la vertèbre 1 et de la vertèbre 17 et la longueur de l'aile ptérotique présentent des asymétries supérieures à 2; tandis que le reste des variables ont des asymétries inférieures à 2.

Dans ces pièces qui présentent les plus grandes symétriques, nous pouvons citer les éléments respiratoires comme le dentaire, l'articulaire, le prémaxillaire, le préopercule et le sousopercule.

Parmi les variables ayant d'asymétries inférieures à 2, nous pouvons remarquer d'entre elles certaines qui présentent des asymétries inférieures à 1; comme la longueur des arcs branchiaux 4 et 5, longueur des rayons branchiostèges 3, 4 et 7, longueur de l'arc hyal, du coracoïde, du lacrimal, du maxillaire et du postcléitrum.

En comparant les grands et les petits poissons de la population d'Andalucie, nous constatons que les asymétries sont plus grandes chez les grands pour les variables comme la hauteur de l'hyomandibulaire et de l'opercule, la largeur du carré, du interopercule, du lacrimal, du palatine, du sousopercule, du supracléitrum, du frontal et de l'otolithe, la distance axe-extrémité pariétal, la distance axe-extrémité ptérotique, les arcs branchiaux 2; 3 et 5, les rayons branchiostèges 1; 2; 3; 4 et 7, la longueur du carré, de l'épicentral de la vertèbre 10, de l'hyomandibulaire, de l'interopercule, du lacrimal, du maxillaire, de l'opercule, du postcléitrum, du postemporal, du prémaxillaire, du simpléctique, du sousopercule, de l'aile ptérotique et le rayon de l'arc neural de la vertèbre 1.

Si, nous faisons la somme des asymétries, nous remarquons que les asymétries sont plus importantes chez les grands que chez les petits (AFgrands = 141,0559 contre AFpetits = 127,8877).

Donc, dans cette population d'Andalucie, les petits sont plus symétriques que les grands individus. Autrement dit les grands sont plus stressés.

V.5.- Vigo (2), mai 2004

V.5.1.- Statistiques descriptives, échantillons de Vigo (2), analyse de variances.

Tableau 55: Statistiques descriptives, échantillons de Vigo (2), analyse de la variance.

% D-G	N	Moyenne	Ecart type	Variance
Hauteur hyomandibulaire	50	,2288	1,93412	3,741
Hauteur opercule	50	,0686	3,84384	14,775
Largeur supérieure dentaire	50	,5677	2,49902	6,245
Largeur articulaire	50	,5637	2,61783	6,853
Largeur cléitrum	50	-,2645	1,62175	2,630
Largeur carré	50	-,2580	3,16160	9,996
Largeur inférieure dentaire	50	-4,9381	13,30143	176,928
Largeur interopercule	50	-,0357	7,08597	50,211
Largeur lacrimal	50	-1,5844	11,12088	123,674
Largeur nasal	50	-,4820	4,07149	16,577
Largeur palatine	50	-,2175	2,18548	4,776
Largeur postemporal	50	,1992	5,24162	27,475
Largeur prémaxillaire	50	,3330	3,91425	15,321
Largeur préopercule	50	,3917	3,80249	14,459
Largeur sousopercule	50	1,8576	7,51475	56,472
Largeur supracléitrum	50	-1,6000	15,09216	227,773

Distance axe-extrémité pariétal	50	,2681	5,51132	30,375
Distance axe-extrémité ptérotique	50	,7611	5,08850	25,893
Distance axe-sphénotique	50	-,2679	7,51727	56,509
Distance sphénotique-ptérotique	50	,2029	1,56510	2,450
Longueur 1 arc branchial	50	-,5594	2,69913	7,285
Longitud 1 rayon branchiostège	50	,5003	3,74838	14,050
Longueur 2 arc branchial	50	,8398	2,26093	5,112
Longitud 2 rayon branchiostège	50	,8510	3,30267	10,908
Longueur 3 arc branchial	50	-,3385	1,45755	2,124
Longitud 3 rayon branchiostège	50	,7882	2,95458	8,730
Longueur 4 arc branchial	50	-,2147	1,99929	3,997
Longitud 4 rayon branchiostège	50	-,0183	2,39010	5,713
Longueur 5 arc branchial	50	,4439	1,57101	2,468
Longitud 5 rayon branchiostège	50	-,1334	1,95519	3,823
Longitud 6 rayon branchiostège	50	-,1822	2,22400	4,946
Longitud 7 rayon branchiostège	50	,0486	1,60251	2,568
Longueur arc hyal	50	-,0313	1,14019	1,300
Longueur articulaire	50	-,6874	4,05548	16,447
Longueur cléitrum	50	-,1125	,31053	,096
Longueur coracoïde	50	,0220	1,76562	3,117
Longueur carré	50	-,3748	1,76800	3,126
Longueur dentaire	50	,2540	1,21317	1,472
Longueur épicentral 10 vertèbre	50	,6456	2,15492	4,644
Longueur scapula	50	-,2453	2,81745	7,938
Longueur hyomandibulaire	50	,0172	3,98506	15,881
Longueur interopercule	50	,4216	1,73600	3,014
Longueur lacrimal	50	-,0007	1,28514	1,652
Longitud maxillaire	50	,1854	1,32099	1,745
Longueur nasal	50	-,0223	2,35904	5,565
Longueur opercule	50	,0334	2,00001	4,000
Longueur palatine	50	,3247	1,72276	2,968
Longueur postcléitrum	50	,1995	1,08037	1,167
Longueur postemporal	50	,4943	2,48056	6,153
Longueur prémaxillaire	50	,4954	1,43996	2,073
Longueur préopercule	50	-,0452	1,22421	1,499
Longueur point d’inflexion	50	-,2021	4,40395	19,395
Longueur sympléctique	50	,0420	2,23452	4,993
Longueur sousopercule	50	-,3498	1,99127	3,965
Longueur supracléitrum	50	,3889	2,38719	5,699
Rayon arc neural 1 vertèbre	50	-1,4000	14,17961	201,061
Rayon arc neural 17 vertèbre	50	-1,1841	5,69050	32,382
Largeur frontal	50	-1,4381	6,09733	37,177
Largeur otolithe	50	-,3782	9,55459	91,290
Distance entre ailes ptérotiques	50	,1331	2,66483	7,101
Longueur aile ptérotique	50	,4675	10,55858	111,484
Longueur pariétal+ptérotique	50	,6157	3,37999	11,424
Longueur ptérotique	50	,3908	3,44712	11,883

L'analyse du tableau 55 indique les variations des moyennes des différences D-G fluctuent entre 0,096 (longueur cléitrum) et 227,773 (largeur supracleitrum). Ces variations sont très importantes pour les caractères comme la largueur du supracléitrum et le rayon de l'arc 1vertèbre (variance › 200); importantes pour les éléments tels que la longueur de l'aile ptérotique, la largeur du lacrimal et largeur inférieure du dentaire (100 ‹ variance ‹ 200). Pour le reste des variables, nous pouvons considérer que les fluctuations des moyennes des différences entre D-G sont faibles (variance ‹ 100).

Nous remarquons que la distribution des moyennes se fait de part et d'autre de 0 et ces moyennes peuvent être considérées comme proches de zéro. Ce qui veut dire que nous avons des asymétries qui fluctuent. Mais il faut signaler que la moyenne qui s'écarte un peu trop de 0 s'observe sur la variable largeur inférieure du dentaire (m = -4,9381).

V.5.2.- Résumé des asymétries de la population de Vigo (2)

Tableau 56: Asymétries fluctuantes de la population de Vigo (2).

Variables	AF	AF grands
Hauteur hyomandibulaire	,9449	,7048
Hauteur opercule	1,6765	1,8657
Largeur supérieure dentaire	1,4491	2,1434
Largeur articulaire	1,5222	1,3160
Largeur cléitrum	,5630	,3245
Largeur carré	2,0855	2,1309
Largeur inférieure dentaire	7,2048	3,4161
Largeur interopercule	3,8138	4,9037
Largeur lacrimal	3,2931	2,8392
Largeur nasal	1,9113	2,1901
Largeur palatine	1,1565	,9913
Largeur postemporal	3,0465	2,1359
Largeur prémaxilaire	2,2217	1,9494
Largeur préopercule	2,3859	1,8405
Largeur sousopercule	4,6097	3,8999
Largeur supracléitrum	9,0667	5,7971
Distance axe-extrémité pariétal	2,7100	3,6251
Distance axe-extrémité ptérotique	2,1846	1,3110
Distance axe-sphénotique	4,4948	4,4848
Distance sphénotique-ptérotique	,9207	1,0461
Longueur 1 arc branchial	1,8875	2,3814
Longitud 1 rayon branchiostège	2,3492	1,7436
Longueur 2 arc branchial	1,6828	1,3897
Longitud 2 rayon branchiostège	2,3957	2,3019
Longueur 3 arc branchial	,9064	,7872
Longitud 3 rayon branchiostège	2,0514	2,3999
Longueur 4 arc branchial	1,4006	1,0559
Longitud 4 rayon branchiostège	1,7138	1,0181
Longueur 5 arc branchial	1,0298	,7753
Longitud 5 rayon branchiostège	1,4313	1,2637
Longitud 6 rayon branchiostège	1,3608	1,1579
Longitud 7 rayon branchiostège	1,0949	1,3444

Longueur arc hyal	,6843	,5481
Longueur articulaire	1,8634	1,3860
Longueur cléitrum	,1125	,0672
Longueur coracoïde	1,1374	,9438
Longueur carré	,6880	,8694
Longueur dentaire	,6764	,4903
Longueur épicentral 10 vertèbre	1,3505	1,0235
Longueur scapula	1,4359	1,3528
Longueur hyomandibulaire	2,2496	2,4650
Longueur interopercule	1,0895	,8246
Longueur lacrimal	,7288	,6281
Longitud maxillaire	,7651	1,0348
Longueur nasal	1,3123	1,3046
Longueur opercule	1,1702	1,2663
Longueur palatine	,8293	,5738
Longueur postcléitrum	,6748	,3972
Longueur postemporal	1,3768	1,0178
Longueur prémaxillaire	,9094	,8969
Longueur préopercule	,7649	,8810
Longueur point d'inflexion	2,0509	2,3363
Longueur sympléctique	1,1980	1,2312
Longueur sousopercule	1,0150	,7180
Longueur supracléitrum	1,4470	1,5017
Rayon arc neural 1 vertèbre	7,5333	4,2754
Rayon arc neural 17 vertèbre	2,6318	2,5847
Largeur frontal	2,9351	1,2016
Largeur otolithe	6,8108	5,1530
Distance entre ailes ptérotiques	1,4776	1,2399
Longueur aile ptérotique	5,3025	3,4372
Longueur pariétal+ptérotique	2,1385	2,4065
Longueur ptérotique	2,2773	2,3212

Les valeurs, indiquées dans le tableau 56, représentent les asymétries dans la population de Vigo (2). Nous pouvons constater que les asymétries sont supérieures à 2 pour les variables suivantes: largeur inférieure du dentaire, largeur de l'interopercule, du carré, du lacrimal, du postemporal, du prémaxillaire, du préopercule, du sousopercule, du supracléitrum, du frontal et de l'otolithe; la distance axe-extrémité pariétal, distance axe-extrémité ptérotique, distance axe-sphénotique; la longueur des rayons branchiostèges 1, 2 et 3; la longueur de l'hyomandibulaire, du point de d'inflexion de larc hyal, de l'aile ptérotique, du ptérotique et du pariétal+ptérotique; le rayon de l'arc neural de la vertèbre 1 et de la vertèbre 17. Tandis que le reste des variables ont des asymétries inférieures à 2.

Parmi les variables présentant d'asymétries supérieures à 2, nous pouvons distinguer le dentaire, prémaxillaire, interopercule, préopercule, sousopercule, les rayons branchiostèges 1, 2 et 3.

Certains variables comme la largeur du cleitrum, la distance sphénotique-ptérotique, la longueur de l'arc branchial 1, de l'arc hyal, du cléitrum, du postcleitrum, du carré, du

lacrimal, du dentaire, du maxillaire, du prémaxillaire, du préopercule et du lacrimal ont des asymétries inférieures à 1.

Nous pouvons retenir que les asymétries supérieures peuvent permettre de détecter le stress environnemental des individus.

En comparant l'asymétrie des grands et l'asymétrie totale, en faisant la somme des asymétries, nous constatons que les grands sont plus symétriques (AF grands = 112,9124 contre 133,2024 du total). Ce qui veut dire que les petits poissons sont plus stressés que les grands.

V.6.- Andalucie, Vigo et Valence

Tableau 57: Comparaison des asymétries fluctuantes des populations de Valence, d'Andaloucie et de Vigo

Variables	AF Vigo (1)	AF Vigo (2)	AF Andaloucie	AF Valence
Hauteur hyomandibulaire	1,4491	,9449	1,1889	3,3500
Hauteur opercule	1,8773	1,6765	1,7174	3,2445
Largeur supérieure dentaire	1,9914	1,4491	1,7673	5,4312
Largeur articulaire	2,2667	1,5222	2,2095	5,8766
Largeur cléitrum	1,4716	,5630	2,4852	4,6368
Largeur carré	2,2837	2,0855	1,7733	5,0385
Largeur inférieure dentaire	4,5764	7,2048	8,8190	12,0000
Largeur interopercule	3,6306	3,8138	1,9700	3,8955
Largeur lacrimal	4,1774	3,2931	3,0337	3,3950
Largeur nasal	2,4056	1,9113	3,0250	4,0652
Largeur palatine	1,9484	1,1565	2,4216	6,0890
Largeur postemporal	2,4861	3,0465	2,6702	4,7615
Largeur prémaxillaire	3,2174	2,2217	3,4924	4,3896
Largeur préopercule	2,6965	2,3859	2,3610	6,2414
Largeur sousopercule	4,4217	4,6097	2,6165	4,9478
Largeur supracléitrum	7,2460	9,0667	9,0143	13,5000
Distance axe-extrémité pariétal	2,6122	2,7100	2,5383	5,3642
Distance axe-extrémité ptérotique	,8084	2,1846	1,0492	3,5916
Distance axe-sphénotique	4,2866	4,4948	4,7111	6,3467
Distance sphénotique-ptérotique	,8801	,9207	1,2704	2,3786
Longueur 1 arc branchial	1,9123	1,8875	1,2018	3,6183
Longitud 1 rayon branchiostège	1,6387	2,3492	1,4484	3,8665
Longueur 2 arc branchial	1,0870	1,6828	1,4555	3,1823
Longitud 2 rayon branchiostège	1,3841	2,3957	1,5083	2,7437
Longueur 3 arc branchial	1,3537	,9064	1,0170	2,7027
Longitud 3 rayon branchiostège	1,5113	2,0514	,9441	2,2190
Longueur 4 arc branchial	1,0628	1,4006	,8972	1,9399
Longitud 4 rayon branchiostège	1,1825	1,7138	,8774	2,1656
Longueur 5 arc branchial	1,2366	1,0298	,6630	2,2463
Longitud 5 rayon branchiostège	1,3414	1,4313	1,0663	1,1478

Longitud 6 rayon branchiostège	1,0248	1,3608	1,3218	1,6251
Longitud 7 rayon branchiostège	,7355	1,0949	,9974	1,3441
Longueur arc hyal	,7024	,6843	,9200	1,3242
Longueur articulaire	,8086	1,8634	1,1895	3,8390
Longueur cléitrum	,5326	,1125	1,0176	1,8118
Longueur coracoïde	1,1078	1,1374	,7989	2,7435
Longueur carré	2,3069	,6880	1,8088	4,4073
Longueur dentaire	1,0374	,6764	1,0004	2,5907
Longueur épicentral 10 vertébre	1,8321	1,3505	1,7164	3,9040
Longueur scapula	2,2315	1,4359	1,6202	2,9699
Longueur hyomandibulaire	1,3379	2,2496	1,2872	2,6976
Longueur interopercule	1,3596	1,0895	1,3717	2,6950
Longueur lacrimal	1,4095	,7288	,9124	4,2283
Longitud maxillaire	1,0040	,7651	,9386	1,9960
Longueur nasal	1,8278	1,3123	1,9056	2,0563
Longueur opercule	1,7651	1,1702	1,7440	3,9309
Longueur palatine	1,3326	,8293	1,3668	2,7256
Longueur postcléitrum	,8335	,6748	,7093	1,3382
Longueur postemporal	1,7936	1,3768	1,5851	4,0789
Longueur prémaxillaire	1,1020	,9094	1,1883	2,4537
Longueur préopercule	,5051	,7649	,8092	2,1967
Longueur point d'inflexion	1,2204	2,0509	1,2966	3,1044
Longueur sympléctique	2,0360	1,1980	1,9896	5,0705
Longueur sousopercule	,9036	1,0150	1,7789	2,0034
Longueur supracléitrum	1,5045	1,4470	1,2726	3,8153
Rayon arc neural 1 vertèbre	8,6488	7,5333	12,7190	13,3331
Rayon arc neural 17 vertèbre	2,1371	2,6318	2,9079	5,7997
Largeur frontal	3,1572	2,9351	2,3219	7,4345
Largeur otolithe	5,2867	6,8108	5,3941	13,8651
Distance entre ailes ptérotiques	1,7986	1,4776	1,3765	4,8461
Longueur aile ptérotique	4,8969	5,3025	3,0468	10,3254
Longueur pariétal+ptérotique	2,2753	2,1385	1,8935	3,9351
Longueur ptérotique	1,3964	2,2773	1,5783	3,6015

L'analyse du tableau 57 permet de constater que pour toutes les variables, les individus de la population de Valence montrent une asymétrie beaucoup supérieure à celle des exemplaires de Vigo et d'Andalucie, sauf dans le cas de la largeur du lacrimal (AF Vigo (1) = 4,1774 et AF Valence = 3,3950) et de la longueur du 5^{e} rayon branchiostège (AF Vigo (1) = 1,3414; AF Vigo (2) = 1,4313 et AF Valence = 1,1478). Ce qui montre que les individus de la population de Valence sont plus stressés que celle de Vigo (1 et 2) et d'Andalucie.

Si nous faisons la somme des asymétries afin de comparer les quatre populations, nous nous rendons compte que les échantillons de Vigo (1) et de Vigo (2) présentent une très faible différence d'asymétrie (∑AF Vigo (1) = 132,2954; ∑AF Vigo (2) = 133,2024). Donc, étant des individus du même site, il n'est pas étonnant qu'ils montrent le même comportement face au stress environnemental. De ce fait nous pouvons faire la moyenne

de leurs asymétries afin de comparer la population globale de Vigo avec les autres. Ce qui donne ∑AF Vigo = 132,7489.

Les individus d'Andalucie sont plus asymétriques que ceux de Vigo ((∑AF Andalucie = 134,9982 contre ∑AFVigo = 132,7489), tandis que Les échantillons de Valence (∑AFValence = 268,4667) sont beaucoup plus asymétriques que ceux de Vigo et d'Andalucie.

Tableau 58: Moyennes des asymétries fluctuantes, toutes les populations confondues

Variables	Moyenne
Hauteur hyomandibulaire	1,7045
Hauteur opercule	1,7629
Largeur supérieure dentaire	2,3568
Largeur articulaire	1,8251
Largeur cléitrum	1,2384
Largeur carré	2,0901
Largeur inférieure dentaire	4,6825
Largeur interopercule	4,0287
Largeur lacrimal	4,2979
Largeur nasal	3,2524
Largeur palatine	1,5146
Largeur postemporal	2,8080
Largeur prémaxillaire	3,6937
Largeur préopercule	3,6577
Largeur sousopercule	4,5185
Largeur supracléitrum	8,8889
Distance axe-extrémité pariétal	3,2070
Distance axe-extrémité ptérotique	,7867
Distance axe-sphénotique	3,8980
Distance sphénotique-ptérotique	,7061
Longueur 1 arc branchial	2,4249
Longitud 1 rayon branchiostège	1,1482
Longueur 2 arc branchial	,9795
Longitud 2 rayon branchiostège	1,6288
Longueur 3 arc branchial	1,4495
Longitud 3 rayon branchiostège	1,5866
Longueur 4 arc branchial	1,0605
Longitud 4 rayon branchiostège	1,3936
Longueur 5 arc branchial	1,5083
Longitud 5 rayon branchiostège	1,5980
Longitud 6 rayon branchiostège	1,0195
Longitud 7 rayon branchiostège	,9035
Longueur arc hyal	,9606
Longueur articulaire	,8000
Longueur cléitrum	,6058
Longueur coracoïde	1,2825
Longueur carré	3,0184
Longueur dentaire	1,3270
Longueur épicentral 10 vertèbre	2,3852

Longueur scapula	2,6817
Longueur hyomandibulaire	1,3583
Longueur interopercule	1,4996
Longueur lacrimal	1,8096
Longitud maxillaire	,7588
Longueur nasal	2,2936
Longueur opercule	2,2853
Longueur palatine	1,6400
Longueur postcléitrum	1,2746
Longueur postemporal	1,9851
Longueur prémaxillaire	,8804
Longueur préopercule	,7443
Longueur point d'inflexion	,9514
Longueur sympléctique	1,8017
Longueur sousopercule	,7854
Longueur supracléitrum	1,4851
Rayon arc neural 1 vertèbre	10,5556
Rayon arc neural 17 vertèbre	1,5318
Largeur frontal	4,2449
Largeur otolithe	8,1013
Distance entre ailes ptérotiques	2,2557
Longueur aile ptérotique	5,0113
Longueur pariétal+ptérotique	2,4629
Longueur ptérotique	1,1341

Nous avons effectué une analyse factorielle à partir des moyennes des asymétries fluctuantes, en utilisant les premiers principaux composants qui expriment plus de 70% de la variance, et ensuite deux analyses discriminantes, l'une avec les 25 premiers composants et l'autre avec les 12 premiers. .

Tableau 59: Variance totale expliquée, Asymétrie fluctuante en valeur absolue.

Composants	Autovaleurs initiales		
	Total	% de la variance	% accumulé
1	7,293	11,576	11,576
2	2,848	4,521	16,098
3	2,601	4,129	20,227
4	2,320	3,682	23,909
5	2,128	3,378	27,287
6	2,066	3,279	30,565
7	1,919	3,047	33,612
8	1,791	2,843	36,455
9	1,760	2,794	39,248
10	1,599	2,538	41,786
11	1,596	2,534	44,320
12	1,523	2,417	46,738
13	1,487	2,360	49,098
14	1,476	2,344	51,441
15	1,424	2,260	53,702
16	1,375	2,182	55,884

17	1,281	2,033	57,917
18	1,251	1,985	59,902
19	1,205	1,912	61,814
20	1,163	1,846	63,659
21	1,131	1,795	65,454
22	1,114	1,767	67,222
23	1,061	1,684	68,906
24	1,016	1,613	70,519
25	1,001	1,589	72,108

Les 25 premiers principaux composants expliquent plus de 72 % (tableau 59).

Tableau 60: Matrice de composants, AF en valeur absolue.

	Composants											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Longueur lacrimal	,683											
Largeur articulaire	,556											
Largeur supérieure dentaire	,542											
Longueur supracléitrum	,534											
Largeur palatine	,504											
Distance entre ailes ptérotiques	,502											
Longueur dentaire	,477											
Longueur préopercule	,459											
Largeur otolithe	,459											
Longueur articulaire	,435											
Longueur 3 arc branchial	,429											
Longueur épicentre 10 vertèbre	,427											
Longueur coracoide	,414											
Longueur 2 arc branchial	,408											
Longueur postemporal	,404											
Longueur 5 arc branchial	,402											
Distance sphénotico-ptérotique	,401											
Largeur carré	,399											
Hauteur hyomandibulaire	,392											

Longueur opercule	,386											
Longueur aile ptérotique	,378											
Largeur frontal	,371											
Longueur 1 arc branchial	,348											
Longueur prémaxillaire	,340											
Longueur interopercule	,334											
Longueur carré		-,432										
Distance axe-extrémité pariétal		-,432										
Largeur postemporal		,341										
Longueur parietal+pterotique			,520									
Longueur 3 rayon branquiostège			,451									
Hauteur opercule			-,353									
Longueur 7 rayon branquiostège				,471								
Longueur postcléitro				,423								
Longueur arc hyal				,418								
Longueur maxillaire					,482							
Largeur supracléitrum					-,411							
Largeur sousopercule					,379							
Longueur palatine					,369							
Longueur 4 arc branchial						,530						
Longueur sympléctique						-,476						
Largeur nasal						,441						
Rayon arc neural 1 vertèbre						,315						
Longueur hyomandibulaire							,442					
Longueur 6rayon branquiostège							-,435					
Largeur préopercule							,416					
Longueur 2 rayon branquiostège								-,368				

Longueur point d'inflexion								-,367				
Longueur nasal									,377			
Largeur interopercule										,550		
Distance axe-extrémité ptérotique										-,313		
Longueur 4 rayon branchiostège										-,186		
Largeur inférieure dentaire										,151		
Rayon arc neural 17 vertèbre										-,215		
Longueur 5 rayon branquiostège										-,163		
Longueur scapula										-,045		
Largeur lacrimal											,332	
Longueur sousopercule												-,205
Largeur prémaxillaire												,306
Longueur ptérotique												-,143

L'analyse du tableau 60 permet d'avoir les variables du premier composant. Ainsi, nous avons: longueur lacrimal, largeur articulaire, largeur supérieure dentaire, longueur supracleitrum, largeur palatin, distance entre ailes ptérotiques, longueur dentaire, longueur préopercule, largeur otolithe, longueur articulaire, longueur 3 arc branchial, longueur épicentral 10 vertèbre, longueur coracoide, longueur 2 arc branchial, longueur postemporal, longueur 5 arc branchial, distance sphénotique-ptérotique, largeur carré, hauteur hyomandibulaire, longueur opercule, longueur aile ptérotique, largeur frontal, longueur 1 arc branchial, longueur préopercule, longueur interopercule.

L'ensemble de ces éléments, autrement dit le composant 1 est positivement corrélé avec la fonction 1 (tableau 63) qui discrimine beaucoup plus les populations avec une Lambda de Wilks très petite égale à 0,107 (tableau 62).

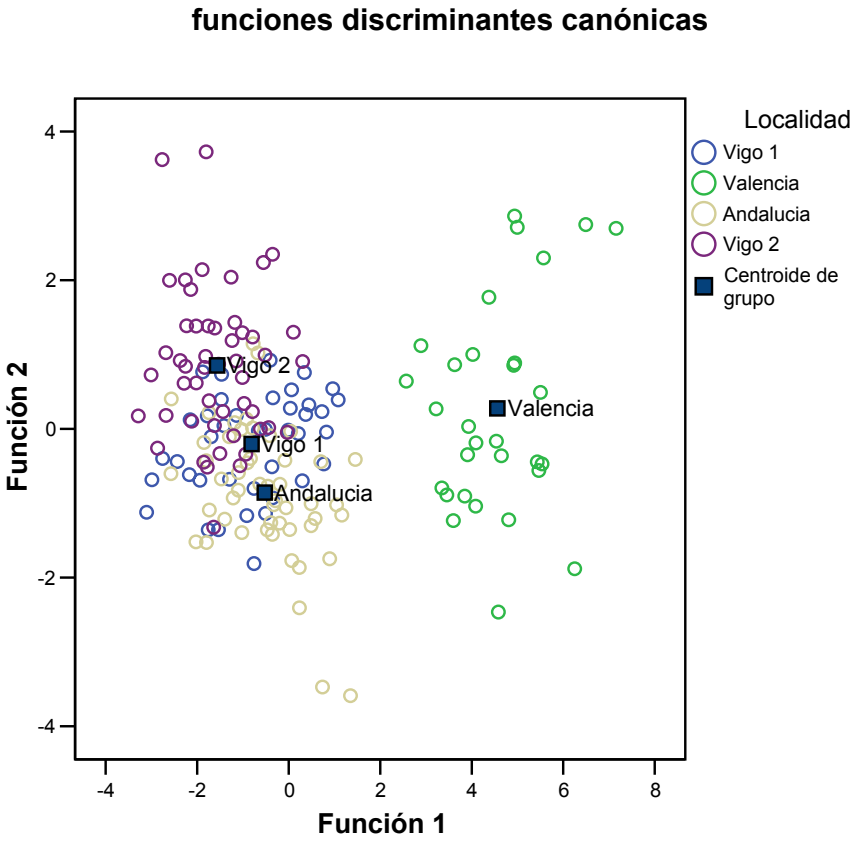
Parmi ces éléments discriminatoires du premier composant, nous pouvons distinguer les pièces respiratoires comme le dentaire, l'articulaire, les arcs branchiaux 1, 2 et 3, l'opercule, le préopercule et l'interopercule.

Tableau 61: Lambda de Wilks avec 25 premiers composant

Fonctions	Lambda de Wilks	Chi-carré	gl	Sig.
1	,107	344,963	75	,000
2	,615	75,209	48	,007
3	,900	16,241	23	,845

Tableau 62: Matrice de structure avec 25 composants

Composants	Fonctions		
	1	2	3
Composant 1 AF	,760(*)	,428	,048
Composant 7 AF	-,040	,360(*)	,038
Composant 17 AF	,060	-,270(*)	-,145
Composant 18 AF	-,027	,268(*)	-,175
Composant 24 AF	,037	-,205(*)	,015
Composant 2 AF	-,051	,197(*)	-,152
Composant 13 AF	-,013	-,189(*)	,032
Composant 15 AF	-,010	,165(*)	-,111
Composant 23 AF	,014	,116(*)	-,030
Composant 11 AF	-,010	,106(*)	,089
Composant 9 AF	-,007	-,104(*)	,019
Composant 8 AF	,008	-,075(*)	,069
Composante 12 AF	,016	,052(*)	,034
Composant 19 AF	,000	,018(*)	-,004
Composant 14 AF	-,008	,092	,492(*)
Composant 21 AF	,075	-,329	-,419(*)
Composant 10 AF	,055	-,218	,365(*)
Composant 4 AF	-,036	,106	-,292(*)
Composant 25 AF	,001	,055	,262(*)
Composant 22 AF	,026	,150	-,200(*)
Composante 20 AF	,002	,037	-,183(*)
Composant 5 AF	,027	,017	,132(*)
Composant 3 AF	-,023	,008	,125(*)
Composant 6 AF	-,027	-,012	,111(*)
Composant 16 AF	-,027	,018	,090(*)



Graphique 21: Fonctions discriminantes canoniques avec 25 composants.

Il résulte de l'analyse du graphique 21 que la fonction 1 discrimine parfaitement la population de Valence des populations de Vigo et d'Andalucie. Nous constatons que, les asymétries des variables du composant 1 citées en haut, sont plus grandes pour les individus de Valence.

Bien que les centroides des groupes ne soient pas confondus (Sig. = 0.007) (tableau 61), nous ne pouvons pas parler de la discrimination de la fonction 2 puis que la Lambda de Wilks est un peu élevée (égale à 0,615).

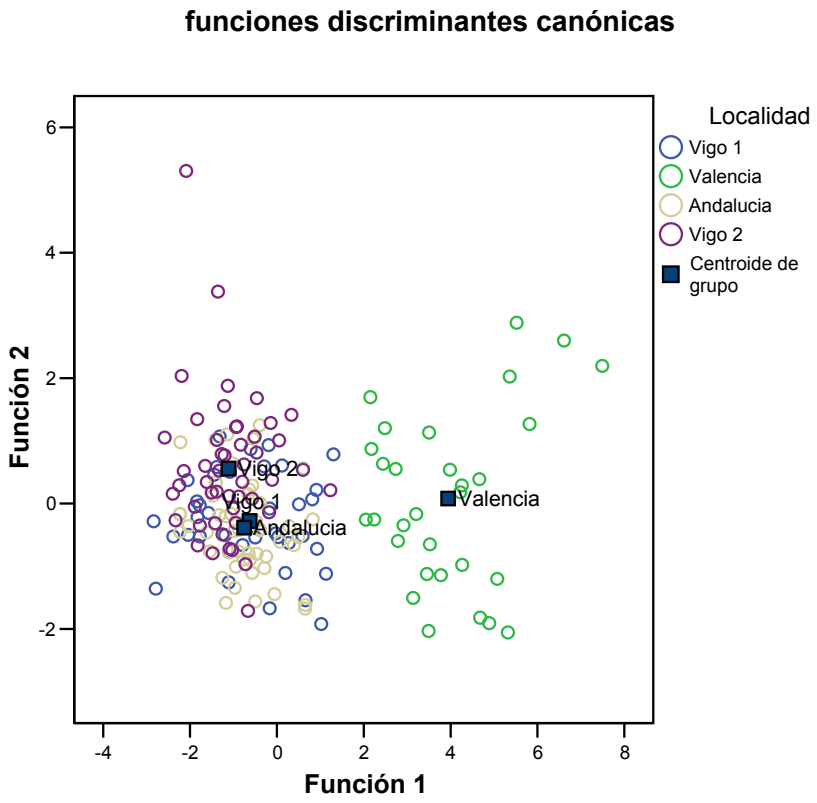
Tableau 63: Lambda de Wils avec 12 premiers composants

Fonctions	Lambda de Wilks	Chi-carré	gl	Sig.
1 a la 3	,190	267,759	36	,000
2 a la 3	,843	27,538	22	,191
3	,976	3,883	10	,952

Tableau 64: Matrice de structure avec les 12 premiers composants.

	Fonctions		
	1	2	3
Composant 1 AF	,902(*)	,303	-,105
Composant 7 AF	-,032	,605(*)	,514
Composant 10 AF	,058	-,467(*)	,458

Composant 2 AF	-,052	,384(*)	-,047
Composant 9 AF	-,013	-,172(*)	-,070
Composant 8 AF	,007	-,143(*)	,050
Composant 4 AF	-,040	,257	-,450(*)
Composant 11 AF	-,007	,161	,311(*)
Composant 3 AF	-,026	-,002	,287(*)
Composant 5 AF	,033	-,015	,265(*)
Composant 6 AF	-,032	-,030	,239(*)
Composant 12 AF	,021	,069	,113(*)



Graphique 22: Fonctions discriminantes canoniques avec 12 composants.

Avec l'analyse discriminante en utilisant les 12 premiers composants, nous contatons toujours que la fonction 1 discrimine bien les populations avec une Lambda de Wilks égale à 0,190 (tableau 63 et graphique 22). Ici la fonction 2 ne discrimine pas les populations des différents sites (Sig. = 0,191 › 0,05) (tableau 63). Donc l'hypothèse nulle qui suppose que les centroides sont confondus ne peut pas être rejetée.

Cette analyse discriminante répétée montre toujours que les éléments du composant 1 (longueur lacrimal, largeur articulaire, largeur supérieure dentaire, longueur supracléitrum, largeur palatine, distance entre ailes ptérotiques, longueur dentaire, longueur préopercule, largeur otolithe, longueur articulaire, longueur 3 arc branchial, longueur épicentral 10 vertèbre, longueur coracoïde, longueur 2 arc branchial, longueur postemporal, longueur 5 arc branchial, distance sphénotique-ptérotique, largeur carré, hauteur hyomandibulaire, longueur opercule, longueur aile ptérotique, largeur frontal, longueur 1 arc branchial,

longueur préopercule, longueur interopercule) présentent des asymétries plus grandes dans la population de Valence et ce sont ces éléments qui séparent parfaitement La population de Valence des celles de Vigo et d'Andalucie.

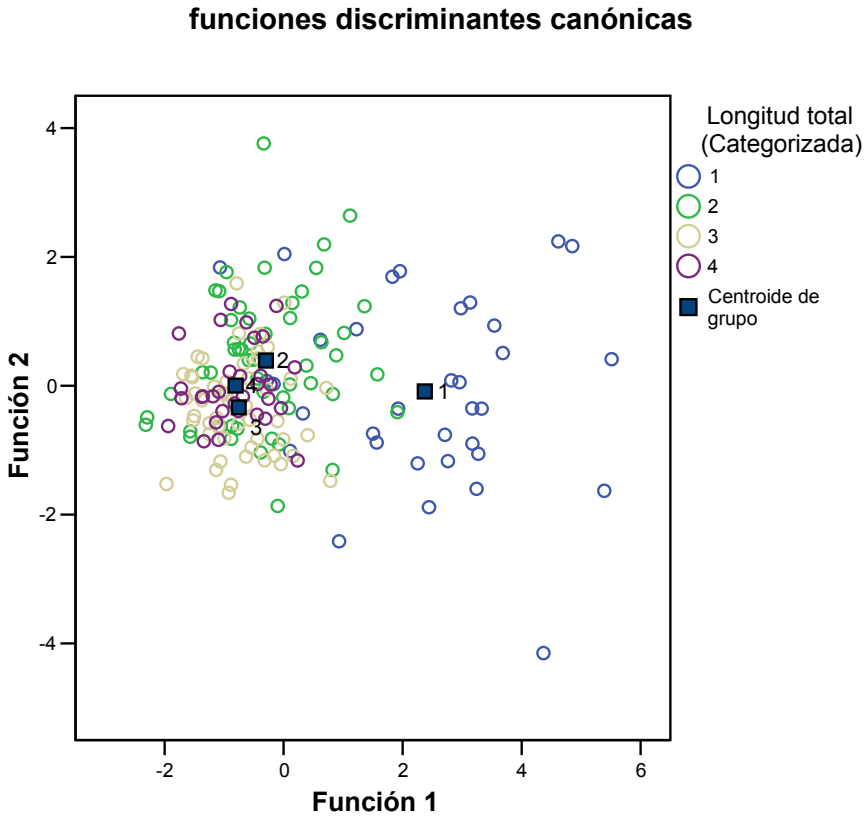
Nous avons fait aussi une analyse discriminante pour voir comment discrimine la taille des individus en functions des asymétries fluctuantes. Ce qui nous permet d'avoir les tableaux 65 et 66, et le graphique 23 suivants.

Tableau 65: Lambda de Wilks

Fonctions	Lambda de Wilks	Chi-carré	gl	Sig.
1	,359	164,853	36	,000
2	,893	18,247	22	,691
3	,968	5,158	10	,880

Tableau 66: Matrice de structure

	Fonctions		
	1	2	3
Composant 1 AF	,946(*)	-,080	-,001
Composant12 AF	,064	,523(*)	,353
Composant 11 AF	-,019	,486(*)	-,205
Composant 7 AF	,014	,448(*)	-,074
Composant 9 AF	-,004	-,179(*)	,028
Composant 10 AF	-,013	-,195	-,587(*)
Composant 4 AF	-,063	-,079	,354(*)
Composant 5 AF	-,034	-,206	,334(*)
Composant 2 AF	-,048	,177	-,293(*)
Composant 6 AF	-,017	-,194	,292(*)
Composant 3 AF	,011	,161	,200(*)
Composant 8 AF	,075	-,122	-,129(*)



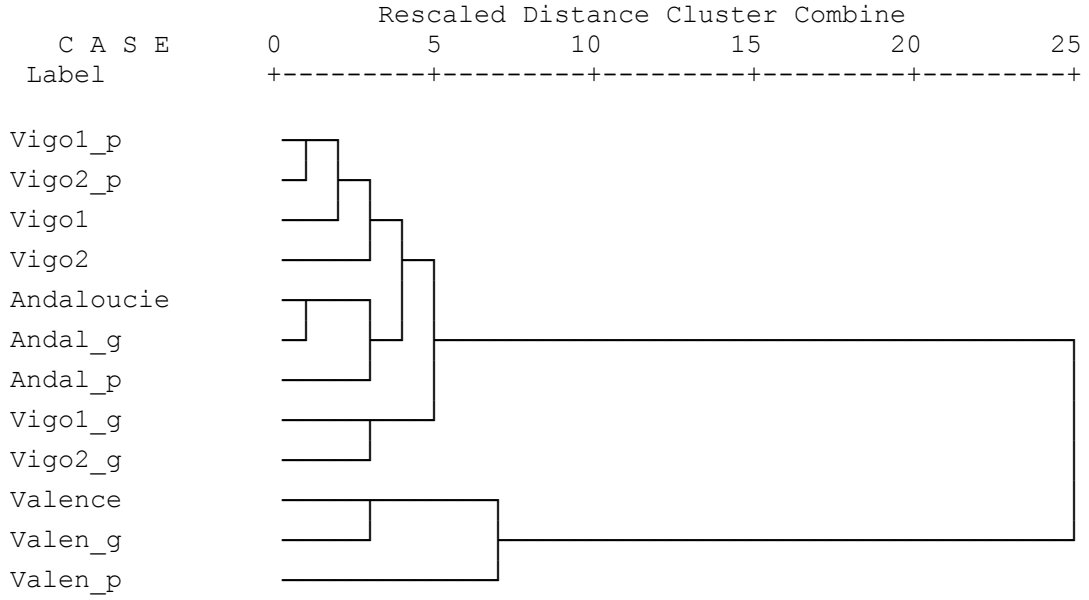
Graphique 23: Fonctions discriminantes canoniques (discrimination de la taille)

Il résulte de l'analyse du graphique 23 que la fonction 1 discrimine les individus de petites c'est-à-dire du groupe 1 de ceux des groupes 2, 3 et 4. Mais certains éléments du groupe 2 sont mélangés avec ceux du groupe 1. Nous constatons que les petits poissons présentent des asymétries fluctuantes plus grandes. Ce qui veut dire que ces petits sont plus stressés que les grands.

Il faut noter que les variables du composant 1 positivement corrélées avec la fonction 1 qui discriminent les groupes de taille sont: longueur lacrimal, largeur articulaire, largeur supérieure dentaire, longueur supracléitrum, largeur palatine, distance entre ailes ptérotiques, longueur dentaire, longueur préopercule, largeur otolithe, longueur articulaire, longueur 3 arc branchial, longueur épicentral 10 vertèbre, longueur coracoïde, longueur 2 arc branchial, longueur postemporal, longueur 5 arc branchial, distance sphénotique-ptérotique, largeur carré, hauteur hyomandibulaire, longueur opercule, longueur aile ptérotique, largeur frontal, longueur 1 arc branchial, longueur préopercule, longueur interopercule (tableau 60).

Parmi ces éléments, nous pouvons distinguer ceux de la fonction respiratoire comme l'articulaire; le dentaire; les arcs branchiaux 1, 2 et 3; l'opercule, le préopercule et l'interopercule.

La fonction 2 ne discrimine pas les groupes de taille puis que nous avons une Lambda de Wilks très grande égale à 0,893.



Dendrogramme 3: Comparaison des populations (petits et grands).

L'analyse du dendogrammme 3 montre que les poissons petits et grands en provenance de l'Atlantique forment un bloc totalement séparé de celui des individus de la Méditerranée. Ce qui reflète les différences d'asymétries fluctuantes entre les exemplaires des deux grands milieux.

Nous constatons que les petits de Vigo (1 et 2) ont le même comportement, peu différent de celui des petits d'andalucie. C'est le même cas pour les grands poisons.

V.7.-Discussion générale

Dans tous les cas, les différences entre le côté droit et gauche se distribuent autour de zéro. Ce qui veut dire que nous avons obtenu des asymétries fluctuantes, donc qui peuvent être utilisé pour détecter le stress environnemental (tableaux 48, 50, 53 et 55).

L'asymétrie fluctuante se donne quand la symétrie est l'état normal et qu'il n'y a pas tendance d'un côté en avoir les plus grandes valeurs que l'autre; elle est d'origine environnementale et reflète les altérations qui affectent à l'individu au cours de son développement. Seule cette asymétrie se considère comme reflet des perturbations du développement et est par conséquent la forme unique de l'asymétrie qui peut être un indicateur útil d'organismes sujets au stress (Leary y Allendorf, 1989 ; Clarke et Ridsdill-Smith, 1990).

Les individus de la population de Valence sont beaucoup plus asymétriques que ceux des populations de Vigo et d'Andalucie (∑AFValence = 268,4667, ∑AF Andalucie = 134,9982 et AFVigo = 132,7489) (tableaux 57). Ce qui veut dire que les poissons de la Méditerranée sont plus stressés que ceux de L'Atlantique.

Pour chaque espèce de poisson, il existe une plage de températures estivales étroite et relativement unique à l'intérieur de laquelle les poissons connaissent une croissance optimale. (G.C et E.U.A., 1997).

Ce qui signifique que la tempéreture, joue un rôle essentiel dans la vie du poisson. Donc, dans les écosystèmes de températures difficilement supportables, pour pouvoir vivre, les poissons sont obligés de subir les conséquences des contraintes thermiques qui correspondent au stress. Cela va se traduire par une modification dans la croissance de leurs organes d'où des différences de taille, pour une pièce donnée, entre le côté droit et le gauche, ce qui coincide à l'asymétrie fluctuante pour les organes de symétrie bilatérale. Cette asymétrie fuctuante est d'autant plus importante que si la tempérautre environnementale est plus marquée. Ceci permet de comprendre le fait que les individus de Valence sont plus stressés que ceux de Vigo et d'Andalucie.

Ce même effet de la température peut expliquer le pourquoi les exemplaires de d'Andalucie sont plus stressés que ceux de Vigo (∑AF Andalucie = 134,9982 contre ∑AFVigo = 132,7489) (tableau 57).

Dans cette différence d'asymétrie fluctuante entre les sites d'étude, nous ne pouvons pas écarter les effets d'autres paramétres du milieux comme la salinité, la quantité d'oxygène dissout, les contaminants, la prédation, le parasitisme, etc.

Ceci, par le fait qu'il a été démontré sur d'autres poissons que ces facteurs peuvent induire des modifications qui pourraient aboutir à une asymétrie fluctuante.

Ceci montre que l'environnement pollué ou physiquement modifié peut entraîner un développement anormal des poissons, d'où évidemment une asymétrie fluctuante qui pourrait être importante.

Dans la population de Vigo, les petits individus sont plus stressés que les grands (tableaux 51 et 56, graphique 18 et 19) alors que c'est l'inverse dans les populations de Valence et d'Andalucie où les grands individus sont plus stables (Tableaux 49 et 54). Dans ce cas, nous pouvons dire que dans les localités de plus faibles températures (côtes de Galice), les petits poissons sont plus perturbés que les grands, tandis que dans les milieux de températures assez élevées comme les côtes d'Andalucie et de hautes températures comme celles de Valence, les grands sont plus instables. Donc, nous pouvons dire, par rapport à la température, que dans les milieux de conditions favorables, au fur et à mesure que le poisson croît, il devient de plus en plus stable. Tandis que dans les localités de températures élevées, plus l'animal se développe, plus il perd sa stabilité à cause des conditions thermiques défavorables.

Donc, de manière générale, nous pouvons dire que, quelque soit la localité, le tacaud est appelé à faire face aux conditions plus ou moins convenables en particulier la température qui entraîne le stress.

DISCUSSION GENERALE DES RESULTATS

VI.- DISCUSSION GENERALE DES RESULTATS

Les perturbations du milieu marin peuvent être très stressantes pour le développement des ressources biologiques en particulier les poissons et notamment le tacaud, *Trisopterus luscus*; puis que dans toutes les localités (Vigo, Andalucie et Valence), nous avons des asymétries fluctuantes des caractères étudiés (tableaux 48, 50, 53 et 55).

Sous les conditions optimales, le développement suit des lignes génétiques déterminées; toute perturbation mineure durant celui-ci est prise en compte par les mécanismes de stabilité et la ligne est restaurée dans sa trajectoire originale (Waddington, 1942; Zakharow, 1989), produisant le phénotype prédéterminé. Sous les conditions de stress, le mécanisme de stabilité s'affaiblit, de telle sorte que le développement ne peut plus se rétablir dans sa trajectoire originale et le résultat extrême est la production de phénotypes aberrants (Clarke, 1995b).

Donc, nous pouvons dire que, l'asymétrie fluctuante est la conséquence des perturbations des paramétres environnementale qui provoquent le stress.

Dans notre cas, nous avons constaté que les asymétries fluctuantes augmentent d'une localité à l'autre en fonction de la température. Elles sont plus importantes chez les poissons des côtes méditerranèennes de Valence que chez ceux des côtes atlantiques de Galice et d'Andalucie (Tableau 57; garphiques 19, 20, 21 et 22). Si nous faisons une comparaison au sein des populations de l'Atlantique, nous remarquons que les exemplaires de Galice sont plus symétriques que ceux d'Andalucie (AF Vigo = 132,7489; AF Andalucie = 134,9982) (tableau 57). Ceci signifie que les individus de la Méditerranée sont plus stressés que ceux de l'Atlantique et que les exemplaires de Vigo sont plus stables que ceux d'Andalucie. Cela peut s'expliquer par le fait que le tacaud ne supporte pas bien les tempétures élevées.

Le tacaud peut être utilisé comme indicateur de la qualité de l'eau, étant abondante cette espèce quand il y a beaucoup d'oxygène et de basses températures (Araujo et al, 2000).

Parmi les éléments, dont les asymétries fuctuantes discriminent parfaitement les individus de Valence de ceux de Vigo et d'Andalucie, s'affichent le dentaire, l'articulaire, les arcs branchiaux 1 ; 2 ; 3 et 5, l'opercule, le préopercule et l'interopercule (tableau 60, graphiques 21 et 22). Les fluctuations de l'asymétrie de ces organes de la fonction respiratoire sont beaucoup plus importantes chez les individus de la Méditerranée que ceux de l'Atlantique. Ce qui signifie que, sous l'effet des conditions thermiques inconvenables (températures élevées), ces pièces de la fonction de consommation d'oxygène sont plus affectées par le stress, de la même manière que les organes qui les accompagnent dans cette fonction.

.

Donc, dans les milieux de hautes températures, pour y vivre, l'espèce est obligée de déployer des stratégies d'adaptation.

Dans les côtes de Valence, les poissons développent tous leurs organes de la fonction respiratoire (tableaux 4, 7, 8, 10, 14); alors que dans celles de Vigo et d'Andalucie, les

tacauds ne croissent pas tous les organes de la fonction de consommation d'oxygène (tableaux 18, 21, 23 et 26 ; graphiques 1 et 2). Mais il faut noter que dans tous les cas, il y a augmentation de taille d'organes moteurs de la respiration. Ce qui veut dire que, dans toutes les localités, le tacaud est appelé à s'adapter à son milieu par un développement de ses organes de la fonction de prise d'oxygène.

Les poissons sont soumis à de nombreux stress et à des variations du milieu (Vandeputte et Prunet, 2002) qui peuvent avoir des conséquences négatives plus ou moins importantes sur les performances de l'animal, aussi bien sur la croissance que sur la reproduction ou la résistance aux agents pathogènes (Pickering, 1992).

La partie centrale de la réponse de stress chez les poissons est constituée par l'activation du système sympathético – chromaffine et la stimulation concomitante de l'axe hypothalamus – hypophyse – interrénale qui conduit à une libération importante de cortisol (Wendelaar Bonga, 1997). Cette élévation de cortisol plasmatique est, à court terme, favorable pour le poisson (mobilisation de l'énergie, rétablissement de l'homéostasie…) mais, a, par contre, des effets négatifs sur différentes fonctions physiologiques (reproduction, croissance, immunité…) lorsqu'elle se maintient dans le temps (stress chroniques ou répétés) (Pottinger et Pickering, 1997).

De ce fait, les individus de Valence, vivant dans un milieu caractérisé par d'importantes températures, sont constamment soumis au stress thermiques. Le fait qu'ils continuent à vivre dans ces côtes méditerranéennes, signifie qu'il sont bien adaptés au milieu; puis que, lors que les conditions du milieu sont inconvenables les animaux s'y adaptent, s'y soustraire (migration, émigration) ou mourir.

La température a une très grande influence sur la consommation d'oxygène.

En effet, la fréquence respiratoire et cardiaque du poisson augmente avec la température (Cédric et al, 2001; Mercier, 2002). Plus la température est importante, moins il y a de l'oxygène dissout dans l'eau (Wang, 2002).

Donc, bien que nous ayons pas de données concernant les quantités d'oxygène, nous pouvons considérer que les teneurs en oxygène sont plus faibles dans la Méditerranée que dans l'atlantique. Etant donné que la quantité d'oxygène dissout est fonction de la température, nous pouvons dire que le stress qu'il provoque chez le tacaud, peut toujours expliquer la différence de stabilité des populations atlantiques et méditerranènnes. Mais, le fait de parler des perturbations dues aux teneurs d'oxygène, revient toujours à parler du stress thermique. De ce point de vue, le principal facteur environnemental qui provoque le stress chez le tacaud est la température.

C'est pourquoi, l'animal est obligé d'affronter ces perturbations thermiques par une adaptation anatomique qui se traduit par une croissance importante de ses organes respiratoires.

Dans tous les cas, les organes respiratoires croissent avec d'autres pièces du crâne. En réalité, toutes les unités squelettiques de la tête participent à la respiration. Ce qui signifie que les organes, qui suivent les mêmes variations anatomiques que les éléments moteurs de la prise d'oxygène, sont ceux qui participent le plus.

Nous avons vu que, pour s'adapter, les exemplaires de la Méditerranée développent tous leurs organes respiratoires et autres de la tête; pendant que ceux de l'Atlantique ne nécessitent pas d'accroître tous ces organes. Ce qui fait que les tacauds de la Mer chaude sont caractérisés par une grosse tête et une petite taille. C'est l'inverse dans le cas des individus de l'Atlantique.

Donc, nous pouvons dire que la grosse tête et la petite taille des individus de la Méditerranée correspondent à une stratègie d'adaptation anatomique face au conditions thermiques inconvenables.

Dans tous les cas, qu'elles soient faibles ou importantes, nous avons des asymétries fluctuantes (tableaux 48, 50, 53, 55 et 57) qui reflètent le stress environnemental en particulier thermique. Ce qui veut dire que, quelque soit la localité et quelque soit la température, l'espèce est obligée de s'adapter afin de contrecarrer les perturbations du milieu. La différence se situe au niveau du degré de perturbations, c'est-à-dire que les capacités d'adaptation anatomique sont d'autant plus importantes que les perturbations thermiques sont considérables.

Mais à côté de la température, existent d'autres facteurs du milieu, les faibles taux d'oxygène dissout, certaines variations de salinité, les contaminants, etc. qui provoquent le stress.

Bonzom (2000) a montré l'effet négatif du biocide sur les poissons et alors souligne que l'asymétrie fluctuante peut être utiliser pour détecter précocement les impactes négatifs des pesticides.

Les travaux de Hoff et al (2003) ont trouvé que le polluant (l'acide sulfonique perfluooctane) pourrait contribuer à l'induction du dommage hépatique chez *Trisopterus luscus*. Les principaux facteurs connus, causant les anomalies du squelette chez le poisson, y compris les anomalies spinales et vertébrales sont entre autres les substances toxiques (Couch et al, 1979; Von Westernhagen, 1988; Bengtsson et al, 1988; Caris et Rice, 1990, Pereira et al, 1992), déficits diététiques (Halver, 1972; Soliman et al, 1986a,b; Dabrowski et al, 1990), infections parasitaires (Hoffman, 1962; Lom et al, 1991; Treasurer, 1992), températures de l'eau peu convenables, fluctuations de salinité de l'eau, niveaux bas de l'oxygène dissout (Bengtsson, 1975; Brook, 1975; Fonds, 1975; McCormick, 1978; Coobs et Hiby, 1979; Oozeki et Hirano, 1985; Akiyama et al, 1986; Seikai et al, 1987; Korwin-Kossakowski, 1988, Wiegand et al, 1989).

Les déformations internes ou externes des poissons qui se produisent au cours des stades larvaire et juvénile peuvent s'expliquer par des conditions environnementales abiotiques défavorables (Bolla et Holmefjord, 1988; Wiegand et al, 1989; Polo et al, 1991), déficiences alimentaires (Soliman et al, 1986a,b; Dabrowski et al, 1990), infections (Lom et al, 1991; Treasurer, 1992), polluants (Von Westernhagen, 1988; Bengtsson et al, 1988; Caris et Rice, 1990, Pereira et al, 1992).

Des études (Valentin, 1975; Bengtsson et al 1985, 1988; Mayer et al, 1986) ont montré l'influence des hydrocarbures et des métaux lourds chlorés sur les anomalies des poissons. Les travaux de O'Brien (1967) ont montré que les pesticides d'organophosphorés (malathion) et les hydrocarbures chlorés (toxaphene) provoquent des effets néfastes sur le système nerveux des poissons. Cadnium et zing entraînent les mêmes

effets sur leurs fibres musculaires (SandoIsaacson, 1966; Stanfield, 1973 cités par Bengtsson (1975)).

CONCLUSIONS

VII.- CONCLUSIONS:

Ce travail a permis de voir les variations morpho-anatomiques du tacaud, *Trisopterus luscus* devant les perturbations environnementales. A la lumière des analyses factorielles et discriminantes, il convient que l'asymétrie fluctuante du tacaud est fonction des perturbations des paramètres du milieu, en particulier de la température, puis qu'elle est plus importante chez les individus de la Méditerranée (AFValence = 268,4667) où les températures sont plus élevées variant entre 21 à 25-26 ºC et plus faible chez ceux de l'Atlantique (AFVigo = 132,7489; AFAndalucie = 134,9982) dans lequel les températures sont généralement faibles fluctuant entre 15 et 20 ºC (bien que dans certaines localités, elles peuvent atteindre les 22-23 ºC comme dans les côtes d'Andalucie et dans d'autres, elles varient constamment entre 15 et 16 ºC à l'occurrence des côtes de Galice). En comparant les population de l'Atlantique, nous nous rendons compte que les tacauds de Vigo sont plus stables que ceux d'Andalucie.

Les variations de l'asymétrie fluctuante entre les petits et les grands poissons dépendent aussi de la température de la localité car, dans les populations de Galice où les tempèratures sont plus basses, les petits sont plus stressés que les grands individus (AFpetitsVigo(1) = 147,5314; AFgrandsVigo(1) = 115,4560; alors que chez celles d'Andalucie et de Valence où les températures sont respectivement assez et plus élevées comparativement à Vigo, les grands sont plus stables.

Les pièces osseuses de la fonction de la consommation d'oxygène, dont les asymétries fluctuantes discriminent les individus de la Méditerranée de ceux de l'Atlantique sont le dentaire, l'articulaire, les arcs branchiaux, l'opercule, le préopercule et l'interopercule.

L'étude a permis de mettre en relief les stratégies d'adaptation à la température de *Trisopterus luscus*. Dans toutes les localités, l'espèce s'adapte, de la même manière, par des variations anatomiques de ses pièces de la fonction respiratoire et autres du crâne qui interviennent dans la prise d'oxygène. Cependant, la différence se situe au niveau du degré de perturbations des conditions environnementales, notamment thermiques suivant les sites d'étude.

Dans les côtes méditerranéennes de Valence où les poisssons sont plus stressés, les tacauds s'adaptent par une augmentation du volume de la chambre bucco-operculaire, c'est-à-dire par une croissance de toutes ses pièces de la fonction respiratoire (l'opercule, préopercule, sousopercule, interopercule, dentaire, articulaire, prémaxillaire, maxillaire, les arcs branchiaux, les rayons branchiostèges et l'arc hyal). Par contre, dans les côtes atlantiques de Vigo et d'Andalucie, les poissons, en s'opposant au stress thermique, n'ont pas besoin de développer tous leurs éléments de la fonction de la consommation d'oxygène.

Par conséquent, les tacauds de la Méditerranée sont caractérisés par une petite masse et une grande tête, alors que c'est l'inverse pour ceux de l'Atlantique.

Cette étude peut permettre la sélection de caractères appropriés pour l'élevage de populations en captivité surtout dans les mers dont les températures sont très élevées (comme au Sénégal).

Ce travail sur l'écomorphologie de *T. Luscus* présente, en plus de sa valeur scientifique, de grands intérêts socio-économiques car, avec son élevage en aquarium à basse température, nous pouvons obtenir de poissons de grande qualité.

BIBLIOGRAPHIE

VIII.- BIBLIOGRAPHÍE:

Abe (A.S.) & Steffensen (J.F.), 1996.- Biomodal respiration and oxygen loss in the lungfish *Lepidosiren paradoxa*. *Revista Bresileira de biología*, 56 (29): 211-216.

Adams (M. S.) & Niswander (J. D.), 1967.- Developmental "noise" and a congenital malformation . *Genetical Research Cambridge* , 10 : 313-317 .

Adriaens (D.), Decleyre (D.) & Berreas (W.); 1993.- Morphology of the pectoral gridle in *Pomatoschistus lozanoi* de Buen, 1923 (*Gobiidae*) in relation to pectoral fin adduction. *Belgian Journal of zoology*, 123 (2): 135-157.

Akiyama (T.), Mori (K.) & Murai (T.); 1986.- Effects of temperature on the incidence of scoliosis and cataract in chum salmon fry caused by tryptophan deficiency. *Bull. Jpn. Soc. Sci. Fish*, 52: 2039.

Albert (O.T.), 1991.- Biology and ecology of Norway pout *Trisopterus esmarkii* in the Norwegian Deep. ICES Council Meeting, 1991 (collected Papers), ICES, Copenhagen (Denmark); 31 p.

Albert (O.T.), 1993.- Distribution, population, structure and diet of silvery pout (*Gadiculus argenteus thori*, J. Schmidt), poor cod (*Trisopterus minutes minutes* (L.)), for bearded rockling (*Rhinonemus cimbrius* (L.)) and vahl's eelpout (*Lycodes vahlii gracilis* (Reinhardt)) in the Norwegian deep. *Sarsia*, 78 (2): 141-154.

Albert (O.T.), 1994.- Diurnal changes in food and feeding of some small gadoids at a coastal bank. *J. Fish Biol*., vol. 45, suppl. A. Dec. 1994.

Albert (O.T.), 1995.- Diel changes in food and feeding of small gadoids on a coastal bank. ICES *J. Mar. Sci.* London, 52 (5): 873-885.

Alcaraz (G.) & Espina (S.), 1995.- Nitrite Induced Stress in Juveniles Grass carp *ctenopharygodon idella*. Aquaculture a95 u Book of Abstracts, California (USA).

Ames (L.), Felley (J.) & Smith (M.H.); 1979.- Amounts of asymmetry in centrarchd fish inhabiting heated and nonheated reservoirs. *Trans. Am. Fish. Soc.*, 108 : 489-495.

Anderson (A. N.), 1990.- The use of ant communities to evaluate change in Australian terrestrial ecosystems : a review and a recipe . *Proceedings of the Ecological Society of Australia* , 16 : 347-357.

Araujo (F.G.), Williams (W.P.) & Bailey (R.G.); 2000.- Fish Assemblages as indicators of Water Quality in Middle Thames Estuary, England. *Estuaries*, 23 (3): 305-317.

Armstrong (M.J.), 1982.- The predator – prey relationships of Irish Sea poor cod (*Trisopterus minutus* L.), pouting (*T. luscus* L.) and cod (*Gadus morhua* L.). *J. Cons. Ciem*., 40 (2): 135-152.

Atland (A.) & Barlaup (B.T.), 1991.- Rate of gastric evacuation in brown trout (*Salmo trutta L.*) in acidified and non-acidified water. *Water, Air and Soil Pollution,* 60: 197-204.

Babouchkine (Y.P.), 1987.- La selection d'une carpe résistant à l'hiver. In: Tiews (K.) (ed.), Proc. World Symp. On selection, hybridisation, and genetic engineering in Aquaculture; Bordeau 27 – 30 May, 1986. *Heenemann Verlagsgesellschaftmbh*, Berlin, vol 1: 447-454.

Bagley (M.J.), Bentley (B.) & Gall (G.A.E.), 1994.- A genetic evaluation of the influence of stocking density on the early growth of rainbow trout (Oncorhynchus mykiss). *Aquaculture*, 121: 313-326.

Bailey (R.S.) & Kunzlik (P.A.), 1984.- Variation in growth and mortality rates of Norway pout *Trisopterus esmarkii* (Nilsson). ICES Council Meeting (Collected Papers) Demersal Fish Comm., *ICES, Copenhagen* (Denmark), 18 p.

Bañón (R.), 2002.- Peces de Galicia: Nuestra humilde Faneca, despreciada por tener abundantes espinas. *Mar y Pesca – Faro de Vigo*, n° 49.

Bastide-Guillaume (C.), Douellou (L.), Romestand (B.) & Trilles (J.P.); 1985.- Comparative study of two *Lernaeocera* parasites of *Merluccius merluccius* and *Trisopterus minutes capelanus* from the Lion Gulf (Sete, France). Morphobiometry, antigenic communities, enzymatic polymorphism. *Rev. Trav. Inst. Pêch. Marit.*, Nante; 49 (3-4): 143-154.

Beacham (T.D.), 1990.- A genetic analysis of meristic and morphometric variation in chum salmon (*Oncorhynchus keta*) at three different temperatures. *Can. J. Zool.*, 68: 225-229.

Bengtsson (B.E.), 1975.- Vertebral damage in fish induce by polluants. In *Sublethal Effects of toxic chemicals on aquatic Animals* (Koeman (J.H.) and Strick (J.I.T.W.A.) eds), Amsterdam, Elsevier, p 23-30.

Bengtsson (B.E.), Bengtsson (Å), & Himberg (M.); 1985.- Fish deformities and pollution in some Swdish waters. *Ambio*., 14: 32-35.

Bengtsson (Å), Bengtsson (B.E.) & Lithner (G.); 1998.- Vertebral defects in four chorn sculpin, *Myoxocephalus quadricornis* L., exposed to heavy metal pollution in the Gulf of Bothnia. *J. Fish Biol*., 33: 517-529.

Benjamin, Anthony, Cyril et Linda; 2002.- Barcelone la Méditerranénne. *http://wwwedu.ge.ch/co/florence/place/_reine/agence_voyages/1999_2000barcelone/4.html*

Bevegnue (G.Q.), 1971.- Biometric and biological dada on the "fauna" (*Trisopterus luscus* (L., 1758)) (*Gadidae*) at Cantabrico. *Bol. Inst. Inst. Esp. Oceanogr*., vol. 148, p. 3-42.

Biémont (C.), 1983.- Homeostasis, enzymatic heterozygosity and inbreeding depresión in natural populations of *Drosophila melanogaster. Genetica,* 61: 179-189.

Birdsong (R.), 1975.- The osteology of *Microgobius signatus* Poey (Pisces: *Gobiidae*), with comments on other Gobiid fishes. *Bull. Florida state Mus. Biol. Sci*., vol. 19, n° 3: 135-187.

Birdsong (R.), Murdy (E.) & Pezold (F.); 1988.- A study of the vertebral column and median fin osteology in Gobioid fishes with comments on Gobioid relationships. *Bull. Mar. Sci.*, 42 (2): 174-214.

Birdsong (R.) & Robins (C.), 1995.- New genus and species of seven-spined of goby (*Gobiidae*: *Gobiosomini*) from the offing of the Amazon River, Brazil. *Copeia* (3): 676-683.

Blacker (R.W.), 1981.- Recent occurrences of blue whiting, *Micromesistius poutassou*, and Norway pout, *Trisopterus esmarkii*, in the English Channel and southern North Sea. *J. Mar. Biol.* Assoc. U. K., 61 (2): 307-313.

Bolla (S.) & Holmefjord (I.), 1988.- Effects of temperature and light on development of Atlantic halibut larvae. *Aquaculture*, 74: 355-358.

Bohr (P.), 2004.- Les particularités du climat de la côte autour du Cap Creus. *http://www.corsicami.free.fr/geocor.htm*

Bonn (A.), Gasse (M.), Rolf (J.) & Martens (A.), 1966.- Increased fluctuating asymmetry in the damselfly *Coenagrion puella* is correlated with ectoparasitic water mites : Implications for fluctuating asymmetry theory . *Oecologia* (Berlín) , 108 (4) : 596 - 598 .

Bonzom (J.M.) & Bergeron (J.M.), 1998.- L'asymétrie fluctuante: un nouvel outil pour les écotoxicologues? Communication presentée au congrés, 66eme congrés de l'Acfas.

Bonzom (J.M.), 2000.- l'asymétrie fluctuante: un biomarqueur morphologique pour évaluer la qualité de l'environnement – Thèse de doctorat en biologie.

Boutier (B.), 1980.- A review of the results (of the French Marine Pollution Monitoring Network) of marine organisms by micropolluants in 1979. *Bull. R. N. O.*, vol. 17, p. 115-174.

Broek (W.L.F.), 1979.- Infection of estuarine fish populations by *Cryptocotyle lingua* (Creplin). *J. Fish Biol*., 14 (4): 395-402.

Bromley (P.J.) & Kell (L.T.), 1999.- Vertical migration and spatial distribution of pelagic 0-group gadoid (cod, haddock, whiting, Norway pout) prior to and during settlement in the North sea. *Acta Adriatica*, 40 (2): 7-17.

Brooke (L.T.), 1975.- Effects of different constant incubation temperatures on egg survival and embryonic development in lake whitefish (*Coregonus clupeaformis*). *Trans. Am. Fish. Soc*., 3: 555-559.

Caris (M.G.) & Rice (S.D.), 1990.-Abnormal development and growth reductions of Pollock *Theragra chalkogramma* embryos exposed to water-soluble fractions of oil. *Fish Bull.* US, 88: 29-37.

Castán Lanaspa (M. C. C.), 2002.- Estudio anatómico de poblaciones errantes que habitan sustratos blandos del área intermareal de la Ría de Vigo: Asimetría fluctuante en las mandíbulas de *Nereis diversicolor* (O. F. Muller, 1776). Memoria Doctoral, Universidad de Vigo, Facultad de Ciencias.

Cédric (M.), Jérémie (M.) & Sophie (P.); 2001.- Le rôle des branchies.
Site

Chapman (J. C.), Napier (G. M.), Sunderam (R. I. M.) & Wilson (S. P.), 1993.- The contribution of ecotoxicological research to environmental protection . *Australian Biologist* , 6 : 72 - 81 .

Clarke (G.M.), 1992b.- Fluctuating Asymmetry: A technique for measuring developmental stress of genetic and environmental origin. *Acta Zool. Fennica*, 191: 31-35.

Clarke (G. M.), 1993a.- Patterns of developmental stability of *Chrysopa perla* L. (*Neuroptera*: *Chrysopidae*) in response to environmental pollution . *Environmental Entomology* , 22 : 1362 - 1366 .

Clarke (G. M.), 1993b.- Fluctuating asymmetry of invertebrate populations as a biological indicator of environmental quality. *Environmental Pollution* , 82 : 207 - 211 .

Clarke (G. M.), 1993c.- The genetic basis of developmental stability. I. Relationship between stabilty, heterozygosity and genomic coadaptation. *Genetica*, 89 : 15 23.

Clarke (G. M.), 1994.- Developmental stability analysis : An early-warning system for biological monitoring of water quality . *Australian Biologist*, 7 : 94-104.

Clarke (G.M.), 1995a.- Relationships between developmental stability and fitness : Aplication for conservation biology . *Conservation Biology*, 9 (1) : 18-24.

Clarke (G.M.), 1995b.- The genetic basis of developmental stability . II . Asymmetry of extreme phenotypes revisited . *American Naturalist*, 146 : 708-725.

Clarke (G. M.), Brand (G. W.) & Whitten (M. J.); 1986.- Fluctuating asymmetry: A technique for measuring development stress caused by inbreeding . *Australian Journal of Biological Sciences*, 39: 145-153.

Clarke (G. M.) & McKenzie (J. A.), 1987.- Developmental stability of insecticide resistant phenetype in blowfly; a result of canalizing natural selection. *Nature*, 325: 345-346.

Clarke (G.M.) & Ridsdill-Smith (T.J.), 1990.- The effect of avermectine B_1, on developmental stability in the bush fly, *Musca vetustissima*, as measured by fluctuating asymmetry. *Entomol. Exp. Appl.*, 54: 265-269.

Clarke (G.P.), Oldrooyd (B.P.) & Huut (P.); 1992.- The genetic basis of developmental stability in *Apis melifera*: heterozygosity vs. genetic balance. *Evolution*, 46: 753-762.

Clarke (G. M.) & McKenzie (J. A.), 1992a.- Coadaptation, developmental stability and fitness of insecticida resistance genotypes in the Australian sheep blowfly, *Lucilia cuprina*: a review. *Acta Zoologica Fennica*, 19: 105-108.

Clarke (G. M.) & McKenzie (J. A.), 1992b.- The use of fluctuating asymmetry as a quality control indicator for insect mass rearing processes. *Journal of Economic Entomology*, 85 (6): 2045–2050.

Cohen (D.M.), Inada (I.), Iwamoto (T.) & Scialabba (N.); 1990.- FAO species catalogue. Galiform fishes word (order *Galiformes*). An annotaded and illustrated catalogue of Cods, hakes, grenadiers and other galiform fishes known to date. *FAO Fish. Synop*., 10 (125): 442 p.

Cook (S. E. K.), 1976.- Quest for an index of community structure sensitive to water pollution. *Environmental Pollution*, 11: 269-288.

Coombs (S.M.) & Hiby, 1979.- The development of the eggs and early larvae of blue whiting, *Micromesistius poutassou* and the effect of temperature on development. *J. Fish Biol*., 14: 111-123.

Cooper (A.), 1983.- The reproductive biology of poor cod, *Trisopterus minutes* L., whiting, *Merlangius merlangus* L., and Norway pout, *Trisopterus esmarkii* Nilsson, off the West coast of Scotland. *J. Fish Biol*., 22 (3): 317-334.

Cordoba Aguilar (A:), 1995.- Fluctuating asymmetry in paired and unpaired damselfly males *Ischanura denticollis* (Burmeister) (*Odonata*: *Coenagrionidae*). *Journal of Ethology*, 13 (1): 129-130 .

Costa (M.J.) & Bruxelas (A.), 1989.- The structure of fish communities in the Tagus Estuary, Portugal, and its roles as a nursery for commercial fish species. *Sci. Mar*., 53 (2-3): 561-566.

Costa (M.J.), Mackenzie (K.) & Pike (A.W.); 1991.- Newhost and locality records for two protozoan (*Myxosporea*, *Coccidia*) parasites of marine fishes. *J. Parasitol*., 77 (2): 318-319.

Costa (M.J.) & Cabral (H.N.), 1999.- Changes in the Tagus nursery function for commercial fish species: Some perspectives for management. *Aquatic Ecology*, 33 (3): 287-292.

Couch (J.A.), Winstead (J.T.), Hansen (D.J.) & Googman; 1979.- Vertebral dysplasia in young fish exposed to the herbicide trifluralin. *Journal of fish Diseases*, 2: 35-42.

Dabrowski (K.), El-Fiky (N.), Köck, (G.). Frigg (M.) & Wieser (W.); 1990.- Requirement of ascorbic acid and ascorbic sulfate in juvenile rainbow trout. *Aquaculture*, 91: 317-337.

Daoudi (F.), Radujkovic (B.), Marques (A.) & Bouix (G.); 1989.- Nex species of Coccidia *Eimeriidae* belonging to genera *Eimera* Schneider, 1875, and *Epieimeria* Dykova and Lom, 1981, parasites of Mediterranean fishes. *Bull. Mus. Natl. Hist. Nat. Zool.*, 11 (4): 743-753.

Daoulas (C.), Economou (A.N.) and Bantavas (I.); 1991.- Osteological abnormalities in laboratory reared sea-bass (*Dicentrarchus labrax*) fingerlings. *Aquaculture*, 97: 169-180.

De la Hoz (E.) & Chardon (M.), 1984.- Skeleton, muscle, ligaments and Swimm – Bladder of a Gymnotidfish, *Sternopygus macrurus* Bloch and Scheneider (Ostariophysi, Gymnotoidei). *Bulletin de la Société Royale des Sciences* de Liège, 53^{e} année, 1: 9-53.

De la Hoz (E.) & Aldunate (R.), 1985.- Mecanismo mandibular en *cheirodon pisciculus* Girard, 1854 (Ostariophysi, Characidae). *Revista chilena de Historia natural*, 58: 139-155.

De Pauw (N.) & Vanhooren (G.), 1983.- Method for biological quality assessment of watercourses in Belgium. *Hydrobiologia*, 100:153-168.

Desmarchelier (M.), 1985.- Growth and reproduction of whiting pout (*Trisopterus luscus* L.,1758) in the English Channel and in the south of the North Sea. ICES Council Meeting 1985 (Collected Papers), ICES, Copenhagen (Denmark); 9 p.

Dills (G.) & Rogers (D. T.), 1974.- Macroinvertebrate community structure as an indicator of acid mine pollution. *Environmental Pollution*, 6: 239-262 .

Dobzhansky (T.), 1950.- Genetics of natural populations. XIX. Origin of heterosis through natural selection in populations of *Drosophila pseudoobscura. Genetics*, 35: 288-302.

Domanevskij (N.L.) & Patokina (F.A.), 1982.- Food composition and diurnal rhythm of feeding in hake and pout off the Atlantic coast of Morocco. *Atlantniro*, Kaliningrad (USSR); p. 30-35.

Donaghy (M.J.) & Verspoor (E.), 1997.- Egg survival and timing of hatch in two Scottish Atlantic salmon stocks. *J. Fish Biol.*, 51: 211-214.

Donkin (P), Widdows (J.), Evans (S.V.), Worrall (C.M.) & Carr (M.); 1989.- Quantitative structure-activity relatonships for the effect of hydrofobic organic chemicals on rate of feeding by mussels (*Mytilus edulis). Aquatic Toxicology* 14: 277-294.

Eira (J.C.), 1984.- Some aspects about the infection of *Trisopterus luscus* (linnaeus) by the parasitic copepod *Lernaeocera lusci* (Basset-Smith, 1896) in Portuguese waters. Vivares (C.P.), Bonami (J.R.) & Jaspers (E.) (eds). *Spec. Pub. Eur. Aquacult*., n° 9, p.187-188,.

Encarta, 2004.- Atlantique Océan. http://www.encarta.msn.com/encyclopedie_761574942/Atlantique_0c%c3%Aan.htm t

Espina (S.), Salibian (A.) & Diaz (F.); 2000.- Influence of Cadmium of the respiratory function of the Grass Carp *ctenopharyngodon idella*. Water, Air et Soil Pollut., 119 (1-4): 1-10.

Evans (N.A.), Whitfield (P.J.), Bamber (R.N.) & Espin (P.M.); 1983.- *Lernaeocera lusci* (*Copepoda*, *Pennellidae*) on bib (*Trisopterus luscus*) from Southampton water. *Parasitology*, 86 (1):161-173.

Falk (H.F.), Negeles (R. D.) & Goerlich (R.); 1990.- Phagocytosis activity as an in vitro test for the effects of chronic exposute of rainbow trout to Linuron, a herbicide. *Journal of Applied Ichthyology*, 6: 231-236.

FAO, 1982.- Metodos de recolección y análisis de datos de talla y edad para la evaluación de poblaciones de peces. *Circulares de Pesca* n° 736, 101 p.

Fernández (L.), Freire (J.) & González-Gurriarán (E.); 1995.- Diel freeding activity of demersal fishes in the ria de Arosa (Galicia, NW Spain): An area of intense mussel raft culture. *Cahiers de Biologie Marine*, 36 (2): 141-151.

Figueras (A.), 2001.- Ecologia: A vueltas con la contaminación de las agues de la Ría de Vigo. Supplemento mensual. *Mar y Pesca – Faro de Vigo*. http://www.iim.csic.es/MaryPesca/Junio2001/Pagina2.html

Fonds (M.), 1971.- The influence of temperature and salinity on growth of young sole *Solea solea* L. In Persoone (G.) and Jaspers (E.) (Eds), 10th European Symposium on Marine Biology, 17-23 Sept. 1975, Ostend, Belgium. *Universal Press*, Wetteren, 1: 109-125.

Freebbainrn (K.), Yen (J.L.) & McKenzie (J.A.); 1996.- Environmental and genetic effects on the asymmetry phenotype: diazinon resístance in the australian sheep blowfly, *Lucilia cuprina. Genetic*, 144: 229-239.

Galansky Roper, 1997.- Osteología de *Gobius niger niger* (*Teleostei, Gobidae*). Tesis de Doctorado; Universidad de Vigo (España).

Gauthier (M.J.), Aubert (M.) & Bianchi (A.), 1982.- Heterotrophic bacterial flora from necroses of marine fishes: Phenotypical analysis and resistance to heavy metals and antibiotics. *Colloq. Int.*, CNRS, n° 331, p. 179-183.

Ghetti (P. F.) & Bonazzi (G.), 1977.– A comparison between various criteria for the interpretation of biological data in the analysis of the quality of running waters. *Water Research*, 11: 819–831.

Gijsen (L.) & Chardon (M.), 1976.- Muscles et ligaments céphaliques du splanchnocrâne et quelques possibilities de mouvements dans la tête d'Hoplerythrinus unitaeniatus (Spix) (*Teleostei*, *Ostariophysi*, *Characoidei*). *Annales des Sciences naturelles, Zoologie*, Paris, 12 e série, Tome 18, p. 251-274.

Gordon (J.D.M.), 1977.- The fish populations in inshore waters of the west of Scotland. The biology of the Norway pout (*Trisopterus esmarkii*). *J. Fish Biol*., 10 (5): 417-430.

Gouvernements du Canada & des Etats-Unis d'Amérique, 1997.- L'Etat des Grands Lacs: mise en oeuvre de l'accord sur la qualité de l'eau des Grands Lacs. 95 p.

Graham (J. H.), 1992.- Genomic coadaptation and developmental stability in hibrid zones. *Acta Zoológica Fennica*, 191: 121-131.

Graham (J.H.), Freeman (D.C.) & Emlen (J.M.); 1993a.- Antisymmetry, directional asymmetry and dynamic morphogenesis. *Genetica*, 89: 123-141.

Graham (J.H.), Freeman (D.C.) & Emlen (J.M.); 1993b.- Developmental stability: a sensitive indicator of populations under stress. *In: Environmental Risk Assessment.* American Society for Testing and Materials. Philadelphia 1993. 136-158.

Gramitto (M.E.), 1999.- Feeding habits and estimation of daily ration of poor cod *Trisopterus minutus capelanus* (*Gadidae*) in the Adriatic Sea. *Cymbium*, 23 (2): 115-130.

Gregory (W.K.), 1933.- " Fish skulls. A study of the evolution of natural mechanisms". *Trans. Amer. Phil. Soc.* Philadelphia, 23: 75-481.

Gross (R.), Wohlfarth (G.W.) & Hulata (G.); 1994.- Use of genetic markers in growth testing of common carp, *Cyprinus carpis* L., carried out over 2 or 3 year cycles. *Aqua. Fish. Manag.*, 25: 585-599.

Gummer (D. L.) & Brigham (R. M.), 1995.- Does fluctuating asymmetry reflect the importance of traits in little brow bats (*Myotis lucifugus*)? . *Evolution*, 45: 1175-1183 .

Haasch (M.L.), Wejksnora (P.J.), Stegman (J.J.) & Lech (J.J.); 1989.- Cloned rainbow trout $P^{1}450$ complementary DNA as a potential environmental monitor. *Toxicological and Applied Pharmacology*, 98: 362-368.

Halver (J.E.), 1972.- Fish Nutrition. Academic Press, New York.

Hamerlynck (O.) & Hostens (K.), 1993.- growth, feeding, production and consumption in 0-group bib (*Trisopterus luscus* L.) and whiting (*Merlangius merlangus* L.) in a

shallow coastal area of the south-west Netherlands. *ICES J. Mar. Sci.* London, 50 (1): 81-91.

Hamilton (A.L.) & Saether (O.A.), 1971.- The occurrence of characteristic deformities in the chironomid larvae of several Canadian lakes. *Canadian Entomologist*, 103: 363-368.

Hayward (R.S.), Reichenbach (N.G.), Dickson (L.A.) & Willdoner (T.J.); 1988.- Variability amoung bluegill ventilatory rates for effluent toxicity biomonitoring. *Water Research,* 10: 1311-1315.

Hoff (P.T.), Van De Vijver (K.), Van Dongen (W.), Esmans (E.L.), Blust (R.) & De Coen (W.M.); 2003.- Perfluooctane sulfonic acide in bib (*Trisopterus luscus*) and plaise (*Pleuronectes platessa*) from the Western Scheldt and the Belgian North Sea: Distribution and biochemical effects. *Environmental Toxicology and Chemistry*, 22 (3): 608-614.

Hoffman (G.L.), 1962.- U.S. Fish and Widlife Service Fishery Leaflet, 508.

Hogg (I.D.), Eadie (J.M.), Williams (D.D.) & Turner (D.); 2001.- Evaluating fluctuating asymmetry in a stream-dwelling insect as an indicator of low level thermal stress: a large scale field experiment. *J. Appl. Ecol*., 38: 1326-1339.

Hosoya (K.) & Jeon (S.R.), 1989.- Osteology of *Squalidus multimaculatus* (*Teleostei*, *Cyprinidae*) with comments on Korean *Squalidus zoogeography*. *Bull. Mus. Natn. Hist. Nat.*, Paris, 4^{e} sér.,section A, N^{o} 1: 233-246.

Howard (C.L.) & Hacker (C.S.), 1990.- Effects of salinity, temperature and cadmium on cadmium-binding protein in the grass shrimp, *Palaemonetes pugio. Archives of Environmental Contamination and Toxicology*, 19: 341-347.

Jackson (J. K.) & Resh (V. H.), 1989.– Sequential decision plans, benthic macroinvertebrates and biological monitoring programs. *Environmental Management*, 13: 455–468.

Jagoe (C.H.) & Haines (T.A.), 1985.- Fluctuating asymetry in fishes inhabiting acidified an unacidified lakes. *Canadian Journal of Zoology*, 63: 130-138.

Jones (J.S.), 1987.- An asymmetrical view of fitness. *Nature* (Lond.), 325: 298-299.

Kasymov (A.G.) & Velikhanov (E.E.), 1992.- The joint effect of oil and drilling agents on some invertebrate species of the Caspian Sea. *Water, Air, and Soil Pollution*, 62: 1-11.

Kat (P.W.), 1982.- The relationship between heterozigosity for enzyme loci and developmental homeostasis in peripheral populations in of aquatic vibalves (*Unionidae*). *American Naturalist,* 119: 824-832.

Kendall (R. J.), 1982.- Wildlife toxicology : Integrated field and lab studies using selected model species might lead to ways of quantifying adverse effects of chemical contaminants. *Environmental Science and Technology*, 16: 448-453.

Kendall (R. J.), 1988.- Wildlife toxicology: A reflection on the past and the challenge of the future . *Environmental Toxicology and Chemistry*, 7: 337-338.

Kendall (R. J.), 1992.- Farming with agrochemicals: The response of wildlife. *Environmental Science and Technology*, 26: 239-245.

Kendall (R. J.), **Funsch (J. M.) & Bens (C. M.); 1990 . -** Use of wildlife for on-site evaluation of bioavailability and ecotoxicity of toxic substances found in hazardous waste sites . In : S. S. SANDHU (ed.) , *In Situ Evaluations of Biological Hazards of Environmental Pollutants*: p. 241-255. Plenum Press. New York.

Kieser (J. A.) & Groeneveld (H. T.), 1991.– Fluctuating odontometric asymmetry, morphological variability and genetic monomorphism in the cheetah *Acinonyx jubatus*. *Evolution*, 45: 1175–1183.

King (J.A.), Snow (M.), Smail (D.A.) & Raynard (R.S.); 2001.- Distribution of viral haemorrhagic septicaemia virus in wild fish species of the North Sea, North East Atlantic Ocean and Irish Sea. *Diseases of Aquatic Organisms*, 47 (2): 81-86.

Korwin-Kossakowski (M.), 1988.- Larval development of carp, *Cyprinus carpio* in acidic water. *J. Fish Biol*., 32: 17-26.

Koumoundouros (G.), Gagliardi (F.), Divanach (P.), Boglione (C.), Cataudella (S.) & Kentouri; 1997.- Normal and abnormal osteological development of caudal fin in Sparus aurata L. fry. *Aquaculture*, 149: 215-226.

Labarta (U), Perez-Gandaras (G.), Fuertes (J.R.) & Lopez-Veiga (E.C.); 1975:- Distribution and abundance of demersal species of Galicia. 2. Bib, squid and curled Octopus. *Inf. Tec. Inst. Invest. Pesq.* Barc., n° 24.

Labarta (U), 1976.- Contribution to the study of the feeding regime and inter-specific competition of: *Aspitrigla cuculus*, *Trisopterus luscus* and *Trisopterus minutes* of Galician coast. *Invest. Pesq*., 40 (2): 341-354.

Labarta (U.) & Ferreino (M.J.), 1982.- Age and growth of the Galician COSAT pounting (*Trisopterus lucus* L). Preliminary dada. ICES. C.M. 1982 / G: 65 p.

Labarta (U.), Ferreino (M.J.), Fenandez (M.T.) & Martinez (F); 1982.- Spawning season and fish maturity size and age of the Galician coast pouting (*Trisopterus luscus*). ICES Council Meeting 1982 (Collected Papers), ICES, Copenhagen (Denmark); 6 p.

Last (J.M.), 1978.- The food of three species of Gadoid larvae in the Eastern English Channel and the Southern North Sea. *Mar. Biol.* (Berlin, Heidelberg), 48 (4): 377-386.

Leary (R.F.) & Allendorf (F.W.), 1989.- Fluctuating asymmetry as an indicator of stress in conservation biology. *Trends in Ecology and Evolution*, 4: 214-217.

Leary (R.F.), Allendorf (F.W.) & Knudsen (K. L.); 1992.- Genetic, environmental and developmental causes of meristic variation in rainbow trout . *Acta Zoologica Fennica*, 191: 79-96.

Le Bouteux (F.), 1992.- Fisheries in Basse-Normandie: study of 14 especies with the view to their industrial use. *Rapp. Interchmer*, n° 9, 102 p.

Lee (Y.), 1993.- Study of vertebral column and pterygiophores in *Gobiidae* (Pisces, *Perciformes*) from Korea. *Korean Journal of Systematic Zoology*, 9 (1): 25-34.

Léonard (L.), 2003.- Mer Méditerranée: Température. *Le Pescadou*, n° 28.

Lerner (I. M.), 1954.- *Genetic homeostasis*. Oliver and Boyd. London.

Leung (B.) & Forbes (M.R.), 1996.- Fluctuating asymmetry in relation to stress and fitness: Effects of trait type as revealed by meta-analysis. *Ecoscience*, 3: 400-413.

Llewellyn (J.), Macdonald (S.) 6 Green (J.E.); 1980.- Host – specificity and speciation in *Diclidophora* (monogenean) gill parasites of trisopteran (*Gadoid*) fishes at Plymouth. *J. Mar Biol.* Assoc. UK., 60 (1): 73-79.

Locke (A.), 1991.- Zooplancton responses to acidification: a review of laboratory bioassays. *Water Air and Soil Pollution*, 60: 135-148.

Lom (J.), Pike (A.W.) & Dykova (I.); 1991.- *Myxobolus sandrae* Reuss, 1906, the agent of vertebral column deformities of perch *Perca fluviatilis* in northeast Scotland. Dis. Aquat. Org., 12: 49-53.

Lopez-Jamar (E.), Iglesias (J.) & Otero (J.J.); 1984.- Contribution of infaune and mussel-raft epifaune to demersal fish diets. *Mar. Ecol.*, 15 (1-2): 13-18.

Lower (W. R.) & Kendall (R. J.), 1990.- Sentinel species and sentinel bioassays. In: J. F. McCarthy (J. F.) y Shugart (T. R.) (eds.), *Biomarkers of Environmental Contamination*: p. 309-331. Lewis Publishers .

Mallefet (J.), Sheridan (R.) & Backx (E.), 2004.- *Trisopterus lucus* (Linnaeus 1758) http//stoff.umh.ac.be/Sheridan.Richard/inventaire/poi/htm/trisopterus.htm.

Maltby (L.), Naylor (C.) & Calow (P.); 1990.- Effect of stress on a freshwater benthic detritivore: scope for growth in *Gammarus pulex. Ecotoxicology and Environmental Safety*, 19: 285-291.

Malyshev (V.I.) & Ostapenko (A.T.), 1982.- Feeding and growth pattern of Norway pout in the North Sea. *Atlantnoro*, Kaliningrad (USSR), p. 24-30.

Manning (J.T.) & Ockenden (L.), 1994.- Fluctuating asymmetry in racehorses. *Nature*, 370: 185-186.

Manning (J.T.), Daries (D.A.) & Hughes (S.); 1995.- M.S.

Manning (J.T.), Haan (A.) & Manning (L.); 1996.- M.S.

Marcus (J.M.), Scott (G.Y.) & Heizer (D.H.); 1990.- The use of oyster shell thickness and condition index measurements as physiological indicators of no heavy metal pollution around three coastal marinas. *Journal of Shellfish Research*, 8: 87-94.

Markow (T.A.), 1994.- Developmental instability: Its Origins and Evolutionary Implication. Kluwer Academic Publishers, Dordecht.

Martins (R.), Cardador (F.) & Sobral (M.); 1990.- Gillnet selectivity experiments on pout (*Trisopterus luscus*) in Portuguese waters. ICES Council Meeting 1990 (Collected Papers), *ICES, Copenhagen* (Denmark); 16 p.

Mather (K.), 1953.- Genetical control of stability in development. *Heredity*, 7: 297-336.

Mather (K.), 1973.- *Genetical Structure of Populations*. Chapman and Hall, London.

Mattiangeli (V.), Bourke (E.A.), Ryan (A.W.), Mork (J.) & Cross (T.F.); 2000.- Allozyme analyses of the genus *Trisopterus*: Taxonomic Status and population structure of the poor cod. *J. fish Biol*., 56 (3): 474-494.

Mayer (F.L.), Bengtsson (B.E.), Hamilton (S.J.) & Bengtsson (Å); 1986.- Laboratory and field comparison of pulp mill and ore smelte effluent effects on vertebrae of fourhorn sculpin (*Myoxocephalus quadricornis*). Presented at 9th ASTM *Aquatic Toxicology and Hazard Assessment Symposium*, Philadelphia, PA, April 14-16, 1985, in press.

McKenzie (J. A.) & Clarke (G. M.), 1988.- Diazinon resistance, fluctuating asymmetry and fitness in the Australian sheep blowfly, *Lucilia cuprina. Genetics*, 120: 213-220.

McKenzie (J. A.), Batterham (P.) & Baker (L.), 1990.– Fitness and asymmetry modification as an evolutionary process . A study in the Australian sheep blowfly , *Lucilia cuprina* and *Drosophila melanogaster*. In: J. S. F. BAKER, W. T. STARMER y R. J. M. MacINTYRE (eds) , *Ecological and Evolutionary Genetics of Drosophila* : p. 57– 73. Plenum Press. New York.

McKenzie (J. A.) & O'Farrell (K.), 1993.- Modification of developmental instability and fitness: malathion – resistance in the Australian sheep blowfly, *Lucilia cuprina*. *Genetica*, 89: 67-76.

Mehta (R.), Devi (K.) & Mehta (H.); 1989.- Caudal Skeleton in some Gobioid, Fishes and its value in systematics. *Res. Bull. Panjab Univ. Sci*., 40 (1-2): 29-34.

Mémory (L.), 2001.- Environnement global: Signature des courants océaniques profonds. CNRS – LODYC.

http://www.inrp.fr/Acces/biotic/environ/global/html/courant1.htm

Merayo (C.R.) & Villegas (M.L.), 1994.- Age and growth of *Trisopterus luscus* (L.,1758) (*Pisces*, *Gadidae*) off the coast of Asturias. *Hydrobiologia*, 281 (2): 115-122.

Merayo (C.R.), 1996.- Reproduction and fecundaty of the bib *Trisopterus luscus* (Linnaeus, 1758) (*Pisces*, *Gadidae*) in the central region of the Cantabrian Sea (northern Spain). *Bol. Inst. Esp. Oceanogr*., 12 (1): 17: 17-29.

Merayo (C.R.), 1996.- Seasonal changes in the biochemical composition of the muscle and liver of bib (*Trisopterus luscus*) (*Pisces*, *Gadidae*) from the Cantabrian Sea (N. Spain). *Sci. Mar.* (Barc.), 60 (4): 489-495.

Mercier (C.), 2002.- Effet de la température sur l'activité cardiaque de poisons téléostéens: la truite fario (*Salmo trutta*), le bar européen (*Dicentrarchus labrax*) et la sole commune (*Solea solea*). *Thèse de Doctorat*. Ifremer.

Metcalfe (J. L.), 1989.- Biological water quality assessment of running waters based on macroinvertebrate communities: history and present status in Europe. *Environmental Pollution*, 60: 101-139.

Météo france: *http:///.meteo.fr/meteonet/actu/archives/dossiers/espagne/dos.htm*

Miller (P.), 1963.- Taxonomy and biology of the genus *Lebetus* /Teleostei, Gobioidea). *Bull. Br. Mus. Nat. Hist.* (Zool.), 10: 205-256.

Miller (P.) & Tortonese (E.), 1968.- Distribution and systematics of the gobiid fish *Odondobuenia balearica* (Pellegrin Fage). *Ann. Mus. Civ. Stor.* Giacomo Daria, 77: 342-359.

Miller (P.), 1973.- The Osteology and adaptative features of *Rhyacichthys aspro* (*Teleostei*: *Gobioidea*) and the classification of gobioid fishes. *Journ. Zool.* London, 171: 397-437.

Miller (P.), 1977.- Gobies from Rhodes and the systematic of *Zebrus Zebrus* (*Teleostei*: *Gobiidae*). *Zool. Jour. Linn. Soc*., 60: 339-362.

Miller (P.), 1984.- The gobiid of temperate Macaronesia (Eastern Atlantic). *J. Zool*., London, 204: 363-412.

Mironescu (Y.), 1970.- Caractéristique de la structure du squelette hyobranchial d'*Aphya minuta* (Risso, 1810) en comparaison d'autres espèces de *Gobiidae*. *Rev. Roum. Biol. Ser. Zool.*, 15: 247-255.

Moav (R.), wohlfarth (G.W.) & Hulata (G.), 1975.- Genetic difference between the Chinese and European race of the common carp: Analysis of genotype – environment interactions for growth rate. *Heredity*, 34: 323-340.

Modi (W. S.), Wayne (R. K.) & O'Brien (S. J.); 1987.- Analysis of fluctuating asymmetry in cheetah. *Evolution*, 41: 227-228.

Mohamed (M.P.) & Kutty (M.N.), 1980.- Influence of ambient oxygen on random activity in some freshwater teleosts. Pro. Indian Acad. Sci., *Anim. Sci*., 89 (6): 537-542.

Mфller (A.P.), & Pomiankowski (A.), 1993b.- Punctuated equilibria or gradual evolution: The importance of fluctuating asymmetry. *J. Theor. Biol*., 191: 359-367.

Mфller (A.P.), Sanutra (G. S.) & Vestergaard (K. S.); 1995.- Developmental stability in relation to population density and breed of chickens *Gallus gallus*. *Poultry Science*, 74 (11): 1761-1771 .

Mфller (A.P.), 1995.- Parasitism and developmental instability of hosts : A review . *OIKOS*, 77 (2): 189-196 .

Mфller (A.P.), 1996.- Sextial selection, viability selection, and developmental stability in domestic flies *Musca domestica*. *Evolution*, 50: 746-752.

Mфller (A.P.) & Swaddle (J.P.), 1997.- Asymmetry, Developmental stability and Evolution. Oxford University Press, Oxford.

Morte (M.S.), Redon (M.J.) & Sanz-Brau (A.); 2001.- Feeding habits of *Trisopterus minutes capelanus* (*Gadidea*) of the eastern coast of Spain (Western Mediterranean). *Marine Ecology*, 22 (3): 215-229.

Morte (M.S.) & Sanz-Brau (A.), 1994.- Observations on the feed and feeding of the poor cod, *Trisopterus minutes* (L. 1758) in the Gulf of Valencia (Western Mediterranean). *J. Fish Biol.*, Vol. 45, suppl. A. Dec. 1994.

Morales (M) & Rosenlund (K.), 1979.- Fish Bone Measurements: An Atempt to Standardize the Measuring of Fish Bones from Archaeological Sites. Ed. Jorsen Knudsen (P.). *Zoological Museum*, Copenhagen, Denmark. 48 p.

Nagy (A.), Csanyi (V.), Bakos (J.) & Horvath (J.); 1980.- Development of a short-term laboratory system for the evaluation of carp growth in ponds. *Bamidgeh*, 32: 6-15.

O'Brien (R.D.), 1967.- Insecticides: Actino and metabolism. *Academic Press*, New York; p. 322.

Olsen (M.)& Bjoerge (A.), 1994.- Seasonal and regional variations in the diet of harbour seal in Norwegian waters. *Dev. Mar. Biol.* Amsterdam (Netherlands), vol.4.

Oozeki (Y.) & Hirano (R.), 1985.- Effects of temperature changes on the development of eggs of the Japanese whiting *Sillago japonica*. *Bull. Jpn. Soc. Sci. Fish*, 51: 557-572.

Фxnevad (S.A.), Heibo (E.) & Vфllestad (L.A.); 2000.- Is ther relationship between Fluctuating Asymmetry and reproductive investment in Perch (*Perca fluviatilis*)? *Can. J. Zool*., 80: 120-125.

Palmer (A.R.), 1994.- Fluctuating asymmetry analices: a primer in: *Markow (ed), Developmental Instability: Its Origins and Evolutionary Implications*, p. 335-364.

Palmer (A.R.) & Strobeck (C.), 1986.- Fluctuating asymmetry : Measurement , analysis, patterns. *Annual Review of Ecology and Systematics*, 17: 392-421.

Pandy (A.S.) & Macrae (T.H.), 1991.- Toxicity of organic mercury compounds to the developing brine shrimp *Artemia. Ecotoxicology and Environmental Safety*, 21: 68-79.

Pankakoski (E.), Koivisto (I.) & Hyvärinen (H.), 1992.- Reduced developmental stability as an indicator of heavy metal pollution in tha common shrew *Sorex araneus* . *Acta Zoologica Fennica*, 191: 137-144.

Paolini (M.), Frattini (C.) & Alleruzzo (G.), 1994.- Evolution of the population and aspects of the biology of *Trisopterus minutus capelanus* (Lacepede, 1800) in north and central Adriatic Sea. *Biol. Mar. Mediterr*., 1 (1): 219-223.

Parson (P.A.), 1990.- Fluctuating asymmetry: An epigenetic measure of stress. *Biological Reviews*, **65**: 131-145.

Parsons (P.A.), 1992.- Fluctuating Asymmetry: A biological monitor of environmental and genomic stress. *Heredity*, 68: 361-364.

Patrick (R.) & Strawbridge (D.), 1963.- Methods for studying dictom populations. *Journal Water Pollution Control Fed.*, 35(2): 151.

Penday (B.N.), Kumar (A.) & Rana (A.); 2001.- Changes in biomodal oxygen uptake of obligate air breathing fish, *Anabas testudineus* (Bloch) exposed to pesticides. *6th Asian Fischeries Forum Book of Abstracts*, p. 191.

Pereira (J.J.), Lewis (J.E.), Spallone (R.L.) & Sword (C.); 1992.- Bifurcation of gill filaments in winter flounder (*Pleuronectes americanus* walbaum) from Long Island sound. *J. Fisk Biol*., 41: 327-338.

Petter (A.J.) & Cabaret (J.), 1995.- Ascaridoid nematodes of teleostean fishes from the eartern North Atlantic and seas of the north of Europe. *Parasite*, 2 (2): 217-230.

Pickering (A.D.), 1992.- Rainbow trout husbandry: manegement of the stress response. *Aquaculture*, 100, 125-139.

Polak (M), 2003.- *Development Instability : Causes and consequences*. Oxford University Press. 459 pp.

Politou (C.Y.) & Papaconstantinou (C.), 1994.- Feeding ecology of Mediterranean poor cod, *Trisopterus minutes capelanus* (Lacepede), from the eastern coast of Greece. *Fish. Res.* (Amsterdam), 19 (3-4): 269-292.

Pottinger (T. G.) & Pickering (A. D.), 1997.- Genetic basis to the stress response selective breeding for stress – tolerant fish. In: Fish stress and health in aquaculture, Iwama (G.K.), pickering (A.D.), schreck J.P.) (eds), 171-193. *Cambridge University Press*, Cambridge, UK.

Power (M.), Attrill (M. J.) & Thomas (R. M.), 2002.- Environmental influences on the long-term fluctuations in the abundance of gadoid species during estuarine residence. *Journal of Sea Research*, 47 (2): 185-194.

Puente (E.), 1986.- Contribution to the knowledge of coastal demersal ichthyological faune off Arcachon Biology of *Trisopterus luscus* (Linnaeus, 1758): Growth, reproduction, nutrition. *Thesis* (*Doct. Biol. Et physiol. Animales*). Univ. de Bordeaux 1, Talence (France); 171 p.

Puente (E.), 1988.- Age and growth of bib *Trisopterus luscus* (Linnaeus, 1758) (*Pisces*, *Gadidae*) on the French Atlantic coast. *Bol. Inst. Esp. Oceanogr.*, 5 (1): 37-55.

Quattro (J. M.) & Vrijenhoek (R. C.), 1989.– Fitness differences among remnant populations of the endangered *Sonoran topminnow*. *Science,* 245: 976–978.

Rasmuson (M.), 1960.- Frequency of morfological deviations as a criterion of developmental stability. *Hereditas*, 46: 511-536.

Regan (C.), 1911.- The osteology and classification of the gobioid fishes. *Ann. And Mag. Nat. Hist*., 8 (48): 729-733.

Robin (J.P.) & Marchand (J.), 1986.- Preliminary observations on the feeding activity of fishes during tidal and diel cycles in the Loire Estuary: The bib *Trisopterus luscus* L., 1758. P.S.Z.N.I.: *Mar. Ecol.* Berlin, Hamburg; 7 (2):181-189.

Rojo (A.), 1976.- Osteología de la merluza argentina (*Merluccius hubbsi*, Marini, 1933). *Boletín del Institut Español de Oceanografia*, N^{o}219, 61 p.

Rojo (A.), 1985.- Osteologia del Chanquete, *Aphya minuta* (Risso, 1810) (*Pisces*: *Gobiidae*). *Bol. Inst. Esp. Oceanog*., 2 (1): 165 – 179.

Rojo (A.), 1987.- The osteology of *Barbus bocagei* (Steindachner, 1866) (*Pisces*: *Cyprinidae*). *Doñana, Acta Vertebrata*, 14: 1-41.

Rojo (A.), 1988.- Diccionario Enciclopédico de Anatomía de Peces. *Monografías del Inst. Esp*. *Oceanog*., nº 3, 556 p.

Rojo (A.), 1991.- Diccionario of evolutionary Fish Osteology; CRC Press, 273 p.

Romana-Eguia (M.R.R.) & Doyle (R.W.), 1992.- Genotype environment interaction in the reponse of three strains of nile tilapia to poor nutrition. *Aquaculture*, 108 : 1-12.

Romana-Eguia (M.R.R.) & Eguia (R.V.), 1999.- Growth of five Asian red tilapia strains in saline environments. *Aquaculture*, 173 : 161-170.

Ruiz (L.J.) & Yáñez-Arancibia (A.), 1978.- Osteologia comparada de dos especies de Aterinidos *Atherinomorus stipes* (Müller y Troschel) y *Coleotropis blackburni* (Schultz) (*Pisces*: Atherinidae). *An. Centro Cienc. Del Mar y Limnol. Univ. Na. Autón.* Mexico, 5 (19 : 27-54.

Sanoli (A.B.), Kanabur (V.V.), 2001-. Acute toxicity of cyanide and formalin to a freshwater fish *Lepidicephalichthys guntea* (catfish). *Indian J. Fish*., 48 (1): 99-101.

Santos (P.T.), 1989.- On food of the pouting (*Trisopterus luscus* L.) in the north coast of Portugal. *Publ. Inst. Zool. DR. Augusto Nobre*, nº 207,15 p.

Sarre (S.) & Dearn (J. M.), 1991.- Morphological variation and fluctuating asymmetry among insular populations of the sleepy lizard, *Trachydosaurus rugosus* Gray (*Squamata*: *Scincidae*). *Australian Journal of Zoology*, 39: 91-104 .

Seikai (T.), Shimozaki (M.) & Watanabe (T.); 1987.- Estimation of larval stage determining the appearance of albinism in hatchery-reared juvenile flounder *Paralichthys olivaceus*. *Nippon Suisan Gakkaishi*, 53: p 1107-1114.

Seyle (H.), 1956.- *The stress of life*. McGraw-Hill . New York .

Siegel (M. I.) & Doyle (W. J.), 1975a.- The differential effects of prenatal and postnatal audiogenic stress on fluctuating dental asymmetry. *Journal Experimental Zoology*, 191: 211-214.

Siegel (M. I.) & Doyle (W. J.), 1975b.- Stress and fluctuating limb in various species of rodents. *Growth*, 39: 363-369.

Siminovic (P.D.) & Nikolic (V.P.), 1996.- Craneal osteology of the sand Goby *Neogobius fluviatilis* (pallas, 1881) from the river Sava (Serbia, Yugoslavia). *Act. Biol. Szeged.*, 14: 45-55.

Soule (D. F.), 1988.- Marine organisms as indicators : Reality or wishful thinking? . In: Soule (D. F.) y Kleppel (G. S.) (eds.), *Marine Organisms as Indicators*: p. 1-11 . Springer - Verlag, N. Y.

Stewart-Oaten (A.), Vence (J.R.) & Osenberg (C.W.); 1962.- Assessing effects of unreplicated perturbations: no simple solutions. *Ecology*, 73: 1396-1404.

Svetovidov (A.N.), 1986.- *Gadidae*. p 680-710. In Whitchead, Bauchot (M.L.), Hureau (J.C.), Nielsen (J.) y Tortonese (eds) Fishes of the north-castern Atlantic and the Mediterranean. UNESCO, Paris. Vol. 2.

Tangerini (P.) & Arneri (E.), 1983.- Biological data collected during the Pipeta expedition, on the poor cod *Trisopterus minutus capelanus* (Risso), in the Adriatic Sea. Rapport of the third Technical Consultation on stock Assessment in Adriatic; FAO, RAPP; p. 155-159.

Taniguchi (N.), Azuma (K.) & Umeda (S.); 1984.- Difference due parents in incidence of vertebral malformation in artificially-bred red sea bream. *Nippon Suisan Gakkaishi*, 50: 787-792.

Taning (A.), 1952.- Experimental study of meristic characters in fishes. *Biological Reviews*, 27: 169-193.

Tassel (M.), Demarchelier (M.) & Coppin (I.); 1985.- Repartition and abundance of the dab *Limanda limanda* and three whiting pouts *Trisopterus luscus*, *T. minutus*, *T. esmarkii* in the North sea. *ICES Council Meeting 1985 (Collected Papers)*, ICES Copenhagen (Denmark); 17 p.

Thoday (J. M.), 1955.- Balance, heterozygosity and developmental stability. *Cold Spring Harbor Symposium on Quantitative Biology*, 20: 318-326.

Thomas Albert (O.), 1994.- Biology and Ecology of Norway pout (*Trisopterus esmarkii* Nilsson, 1855). In the Norwegian Deep. ICES *J. Mar. Sci*., 1(1): 45-61.

Thornhill (R.), 1992.- Female preference for the pheromone of males with low fluctuating asymmetry in the japanese scorpionfly (*Panorpa japonica* : *Mecoptera*). *Behavioral Ecology*, 3 (3): 277-283.

Tirard (C.), Berrebi (P.), Raibaut (A.) & Renaud (F.); 1992.- Parasites as biological markes: Evolutionary relationships in the heterospecific combination of helminthes (monogenean) and teleosts (*Gadidae*). *Biol. J. Linn. Soc*., 47 (2): 173-182.

Tirard (C.), Berrebi (P.), Raibaut (A.) & Renaud (F.); 1993.- Biodiversity and biogeography in heterospecific teleostean (*Gadidae*) – Copepod (*Lernaeocera*) associations. *Can. J. Zool*. / *Rev. Can. Zool*., 71 (8): 1639-1645.

Tirard (C.), Thomas(F.), Raibaut (A.) & Renaud (F.); 1996.- The distribution and abundance of *Lernaeocera lusci* (Copepoda) on hake (*Merluccius merluccius*) and bib (*Trisopterus luscus*) (*Teleostei*). *Int. J. Parasitol*.., 26 (12): 1387-1392.

Tolkamp (H. H.),1985.- Biological assessment of water quality in running water using macroinvertebrates: a case study for Limburg, The Netherlands. *Water Science and Technology*, 17: 867-878.

Treasurer (J.), 1992.- Vertebral anomalies associated with *Myxobolus* sp. In perch, *Perca fluviatilis* L., in a Scottish Loch. *Bull. Eur. Assoc. Fish Pathol*., 12: 61-63.

Valentine (D.W.) & Soulé (M. E.), 1972.- Effect of p.p-DDT on developmental stability of pectoral fin rays in the grunion, *Leuresthes tenuis. Fishery Bulletin*, 71: 921-926 .

Valentine (D.W.), Soule (M. E.) & Samollow (P.), 1973.- Asymmetry analisys in fishes: A possible statitiscal indicator of environmental stress. *Fishery Bulletin*, 71 : 357-370 .

Valentine (D.W.), 1975.- In pathology of fishes, edited by W.E. Ribelin and G. Migali, *University of Wisconsin Press*, Madison, p. 695-718.

Vam Damm (P.A.), Hamerlynck (O.) & Ollevier (F.); 1996.- The population dynamics of the parasitic copepod *Lernaeocera lusci* (Bassett-Smith, 1896) on its definitive host. Helgol. Meereswiters. *Hamburg*, 50 (2): 191-203.

Vam Damm (P.A.), Geets (A.), Hamerlynck (O.) & Ollevier (F.); 1997.- The suprapopulation dynamics of *Lernaeocera branchialis* and *L. lusci* in the Oosterschelde: seasonal abundance on tree definitive host species. ICES *J. Mar. Sci*., 54 (1): 24-31.

Vandewalle (P.), 1977.- Particularités anatomiques de la tête de deux Cyprinidés *Barbus barbus* (L.) et *Leuciscus* (L.). *Bulletin de la classe des sciences*, 5^{e} serie, Tome LXIII, 469-479.

Vandewalle (P.), 1978.- Analyse des mouvements potentials de la region céphalique du Goujon, *Gobio gobio* (L.) (*Poissons*, *Cyprinidae*). *Cybium* 3 ^{e} série, 3: 15-33.

Vandewalle (P.), 1979.- Etude cinématographique et électromyographique des mouvements respiratoires chez trois cyprins, *Gobio gobio* (L.), *Barbus barbus* (L.) et *Leuciscus leuciscus* (L.). *Cybium*, 3eme série, 6: 3-28.

Vandewalle (P.), 1980a.- Etude cinématographique et électromyographique de la toux chez trois cyprins, *Gobio gobio* (L.), *Barbus barbus* (L.) et *Leuciscus leuciscus* (L.). *Cybium*, 3eme série, 9: 5-17.

Vandewalle (P.), 1980b.- Etude cinématographique et électromyographique de la prise de nourriture et du crachement chez le goujon, cyprins, *Gobio gobio* (L.) et la vandoise, *Leuciscus leuciscus* (L.) (*Pisces*, *Cyprinidae*). *Cybium*, 3eme série, 11: 3-14.

Vandewalle (P.) & Chardon (M.), 1981.- Réflexions sur les rapports entre forme, structure et fonction chez des poisons de la famille des *Cyprinidae*. *Cybium*, 3eme série, 6, 5 (3): 67-70..

Van Valen (L.), 1962.- study of fluctuaring asymmetry. *Evolution*, 16: 125-142.

Vasil'eva (E.), 1991.- The morphology of the skull of *Gobius gorla* Iljin in connection with its place in the genus *Gobius sensus lato* (*Gobiidae*: *Pisces*). *Byulleten' Moskovskogo obshchestva ispytatelei prirody otdel biologicheskii*, 96 (5): 36-45

Vasil'eva (E.), 1992a.- The skull's morphology and taxonomic status of *Gobius ophiocephalus* Pallas (*Gobiidae*, *Pisces*). *Vestnik Moskovskogo Universiteta*, seriya XVI Biologiya, 0(1): 40-46.

Vasil'eva (E.), 1992b.- The skull morphology and systematicposition of the goby *Gobius gymnotrachelus* (Gobiidae, Pisces). *Vestnik Moskovskogo Universiteta*, seriya XVI Biologiya, 0 (2): 46-50.

Vasil'eva (E.), 1993.- Craniological análisis of gobies of the subgenus *Ponticola* Iljin, 1927: II comparative morphological study of gobies (*Gobiidae*) from Azov Sea. *Voprosy Ikhtiologii*, 33 (2): 183-189.

Vasil'eva (E.) & Vasil'va (V.), 1994.- Sistematic of Caucasian freshwater gobies (Gobiidae): Results of craniological and karyological studies and the distribution of

some population from Black Sea and Caspian Sea basins according to biotypes. *Voprosy Ikhtiologii*, 34 (2): 187-194.

Vignes (I.E.) **& Garcia M.), 1987.-** Estudio comparado del craneo de tres especies del genero "*Pimelodus*" (*Siluriformes*, *Pimelodidae*) y su posible significación taxonomica. Museo Argentino de Ciencias Naturelles. Argentina. *Zoología*, Tomo XIV, N°3: 40-54.

Von Westernhagen (H.), 1988.- Sublethal effects of pollutants on fish eggs and larvae. In Fish physiology (Hoar (W.S.) and Randal (D.J.) eds). Fish physiology. The physiology of developing Fish. Vol XIA. *Academic Press*, London, 546 p.

Vrijenhoek (R.C.) & Lerman (S.), 1982.- Heterozygosity and developmental stability under sexual and asexual breeding systems. *Evolution*, 36: 768-776.

Waddington, 1942.- Canalization of development and inheritance of acquired characters. *Nature* (Lond.), 150: 563-565.

Wagner (E.J.), Amdt (R.E.) & Brough (M.); 2001.- Comparative tolerance of four stocks cutt throat trout to extremes in temperature, salinity, and hypoxie. *West N. Am. Naturalist*, 60: 434-444.

Wang (Y.), Zhang (Z.), Zhang (Y.), Lin (L.) & Hong (H.); 2002.- Preliminary studies on oxygen consumption rate of red sea bream Pagrosomus major. *J. Jimei Univ. (Nat. Sci.)*, 7 (3): 193-197.

Wangila (B.C.C.) & Dick (T.A.), 1988.- Influence of genotype and temperature on the relationship between specific grownth rate and size of rainbow trout. *Trans. Am. Soc.*, 117: 560-564.

Warwick (W.F.), 1985.- Morphological abnormalities in *Chironomidae* (*Diptera*) larvae as measures of toxic stress in freshwater ecosystems: indexing antenal deformities in *Chironomus* Meigen. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Science*, 42: 1881-1941.

Warwick (W.F.), 1989.- Morphological deformities in larvae of *Procladius* Skuse (Diptera: Chironomidae) and their biomonitoring potential. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Science*, 46: 1255-1270.

Wayne (R. K.), Modi (W. S.) & O'Brien (S. J.), 1986.- Morphological variability and asymmetry in the cheetah (*Acinonyx jubatus*), a genetically uniform species. *Evolution*, 40: 78-85.

Wendelaar Bonga (S.E.), 1997.- The stress response in fish. *Physiol. Rev.*, 77: 501-623.

Wiederholm (T.), 1984.- Incidence of deformed chironomid larvae (*Diptera*: *Chironomidae*) in Swedish lakes. *Hydrobiologia,* 106: 243-249.

Wiegand (M.D.), Hataley (J.M.), Kitchen (C.L.) & Buchanan (L.G.); 1989.- Induction of developmental abnormalities in larval goldfish, *Carassius auratus* L., undercool incubation conditions. *J. fish Biol*., 35: 85-95.

Winterbottom R.) & Emery (A.), 1981.- Anew genus and two new species of gobiid fishes (*Perciformes*) from the chagos Archipelago, Central Indean Ocean. *Env. Biol. Fish.* Vol. 6, n° 2: 139-149.

Winterbottom R.) & Hoese (D.), 1981.- Anew genus and from four new of fishes from the Indo-west Pacific (*Pisces*; *Perciformes*, *Gobiidae*) with comments on relationships. *Life Sciences Occasional paper*, n° 37, p 17.

Winterbottom R.),1990.- *Trimmatom manus* specie complex (*Actinopterygii*, *Gobiidae*): Phylogeny and progenetic heterochrony. *Syst. Zoo*., 39 (3): 253-265.

Yang (C.Z.) & Albright (L.J.), 1993.- The mode of action of harmful *Chaetoceros phytoplankters* on rainbow trout. *Bull. Aquacult. Assoc*., 92 (3): 73-75.

Zakharov (V. M.), 1989.- Future prospects for population phenogenetics . *Soviet Scientific Reviews F Physiology and General Biology*, 4: 1-79 .

Zakharov (V. M.) & Yablokov (A. V.), 1990.– Skull asymmetry in the Baltic grey seal: Effects of environmental pollution. *Ambio*, 5: 266–269.

Zakharov (V. M.), 1992.- Population phenogenetics: Analysis of developmental stability in natural populations. *Acta Zoologica Fennica*, 191: 7-30.

Liste des dendogrammes

Dendogramme 1: Comparaison des populations de Valence et de Vigo (1)
Dendogramme 2: Comparaison du comportement des populations
Dendogramme 3: Comparaison des populations (petits et grands)

Liste des figures

Figure 1: Sites d'étude
Figure 2: Explication de l'Asymétrie Fluctuante
Figure 3: Règles typiques de la distribution de D-G en organismes bilatéraux
Figure 4: Posision des rayons branchiostèges

Liste des graphiques

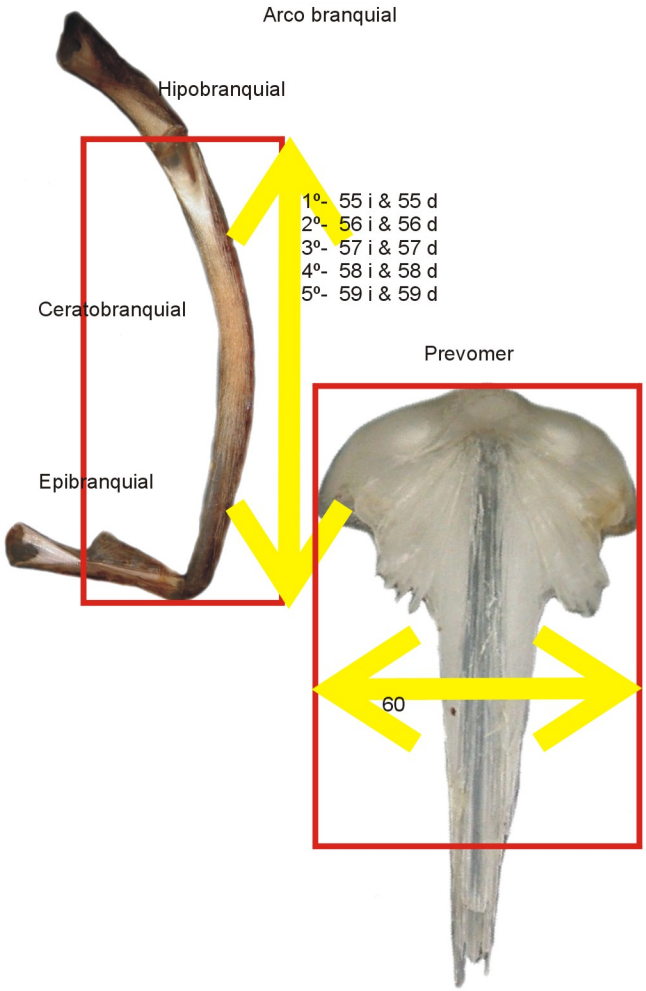
Graphique 1: Fonctions discriminantes canoniques, valeurs moyennes relatives (Vigo 1)
Graphique 2: Fonctions discriminantes canoniques, valeurs relatives gatégorisées (Vigo 1)
Graphique 3: Analyse discriminante des populations de Valence et Vigo (1) Valeurs type c
Graphique 4: Variation de la longueur du 2^{e} arc branchial en fonction de la longueur totale
Graphique 5: Variation de la longueur du 2^{e} rayon branchiostège en fonction de la longueur totale
Graphique 6: Variation de la longueur du 3^{e} rayon branchiostège en fonction de la longueur totale
Graphique 7: Variation de la longueur de la scapula en fonction de la longueur totale
Graphique 8: Variation du composant 1 en fonction de la longueur totale (catégorisée)
Graphique 9: Variation du composant 2 en fonction de la longueur totale (catégorisée)
Graphique 10: Variation du composant 3 en fonction de la longueur totale (catégorisée)
Graphique 11: Variation du composant 4 en fonction de la longueur totale (catégorisée)
Graphique 12: Variation du composant 5 en fonction de la longueur totale (catégorisée)
Graphique 13: Variation du composant 6 en fonction de la longueur totale (catégorisée)
Graphique 14: Fonctions discriminantes canoniques, échantillons de Valence (1 et 2) et de Vigo (2, 3 et 4)
Graphique 15: Fonctions discriminantes canoniques, valeurs types c, Andalucie
Graphique 16: Fonctions discriminantes canoniques, valeurs types c, Vigo 2
Graphique 17: Fonctions discriminantes canoniques
Graphique 18: Variation de l'asymétrie fluctuante dans la population de Vigo (1)
Graphique 19: Comparaison des asymétries fluctuantes entre les populations de Valence et de Vigo (1)
Graphique 20: Variation des asymétries fluctuantes dans la population de Vigo (1) avec la comparaison à Valence
Graphique 21: Fonctions discriminantes canoniques avec 25 composants
Graphique 22: Fonctions discriminantes canoniques avec 12 composants
Graphique 23: Fonctions discriminantes canoniques (discrimination de la taille)
Graphique 24: Fonctions discriminantes (discrimination des localités)

Liste des tableaux

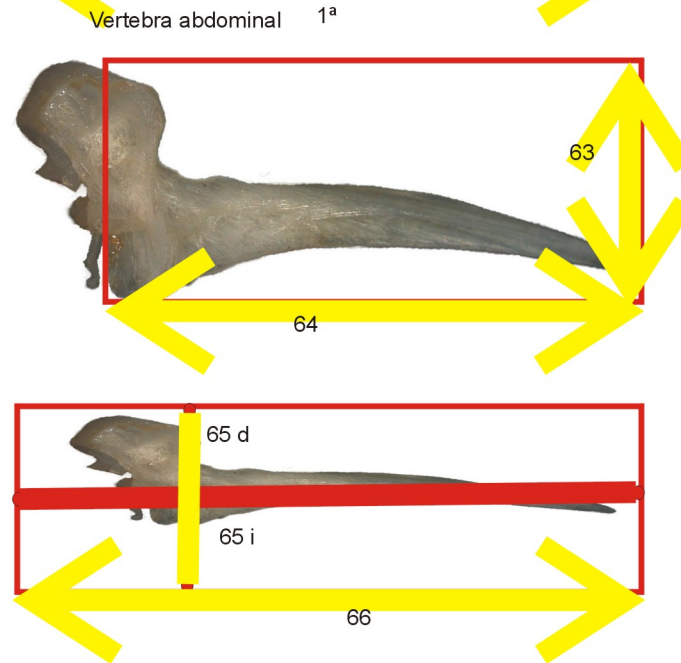
Tableau 1: Statistiques descriptivos, échantillons de Valence, valeurs absolues (type a)
Tableau 2: Variance totale expliquée, valeurs moyennes absolues
Tableau 3: Variance totale expliquée, valeurs moyennes relatives
Tableau 4: Résumé de la matrice de composants, valeurs moyennes relatives (type c)
Tableau 5: autovaleurs
Tableau 6: lambda de Wilks
Tableau 7: matrice de structure
Tableau 8: Fonctions discriminantes
Tableau 9: Variance totale expliquée, valeurs moyennes relatives catégorisées
Tableau 10: Résumé de la matrice de composants, valeurs moyennes relatives catégorisées
Tableau 11: Autovaleurs
Tableau 12: Lambda de Wilks
Tableau 13: Matrice de structure
Tableau 14: Fonctions discriminantes canoniques
Tableau 15: Statistiques descriptives, échantillons de Vigo (1), valeurs absolues (type a)
Tableau 16: Variance totale expliquée, valeurs moyennes absolues (type b)
Tableau 17: Variance totale expliquée, valeurs moyennes relatives (type c)
Tableau 18: Résumé de la matrice de composants, valeurs moyennes relatives (type c)
Tableau 19: autovaleurs
Tableau 20: Lambda de Wilks
Tableau 21: Matrice de structure
Tableau 22: Variance totale expliquée, valeurs moyennes relatives catégorisées (type d)
Tableau 23: Résumé de la matrice de composants, valeurs moyennes relatives catégorisées
Tableau 24: Autovaleurs
Tableau 25: Lambda de Wilks
Tableau 26: Matrice de structure
Tableau 27: Récapitulation des résumés de la matrice de composants, échantillons de Valence et Vigo (1)
Tableau 28: Matrice de composants, échantillons de Vigo – Valence, valeurs (type c)
Tableau 29: Matrice de structure
Tableau 30: lambda de Wilks
Tableau 31: Fonctions discriminantes
Tableau 32: Lambda de Wilks, valeurs relatives
Tableau 33: Statistiques descriptives des échantillons d'Andalucie en utilisant les valeurs type c
Tableau 34: Variance totale expliquée, valeurs moyennes relatives
Tableau 35: Résumé de la matrice de composants, valeurs moyennes relatives
Tableau 36: Lambda de Wilks
Tableau 37: Matrice de structure, valeurs type c
Tableau 38: Statistiques descriptives, échantillons de Vigo (2), valeurs relatives (type c)
Tableau 39: Variance totale expliquée, valeurs relatives (type c)
Tableau 40: Résumé de la matrice de composants, valeurs relatives (type c)
Tableau 41: lambda de Wilks
Tableau 42: Matrice de structure

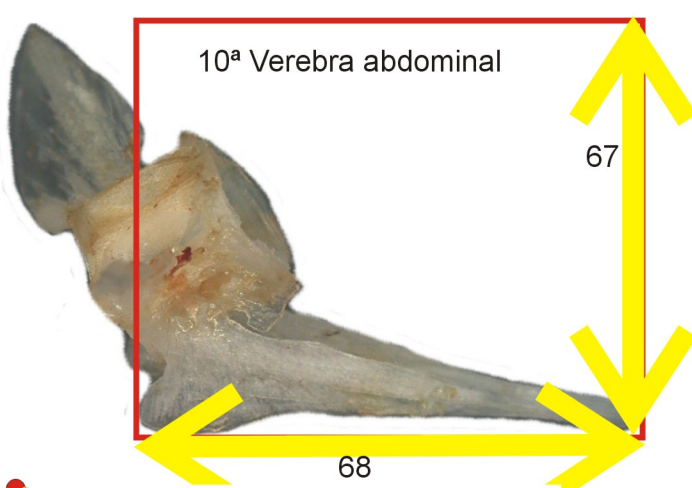
Tableau 43: Récapitulation des résumés de la matrice de composants, échantillons de Valence, Andalucia et Vigo
Tableau 44: Variance totale expliquée, valeurs relatives, échantillons de Valence, Andalucie et Vigo
Tableau 45: Matrice de composants, valeurs relatives, échantillons de Valence, Andalucie et Vigo
Tableau 46: Lambda de Wilks
Tableau 47: Matrice de structure
Tableau 48: Statistiques descriptives, échantillons de Valence, analyse de variances
Tableau 49: asymétries fluctuantes de la population de Valence
Tableau 50: Statistiques descriptives, échantillons de Vigo (1), analyse de variances
Tableau 51: Asymétries fluctuantes de la population de Vigo (1)
Tableau 52: Comparaison des asymétries fluctuantes entre les populations de Valence et Vigo (1)
Tableau 53: Statistiques descriptives, échantillons d'Andalucie, analyse de variances
Tableau 54: Asymétries fluctuantes de la population d'Andalucie
Tableau 55: Statistiques descriptives, échantillons de Vigo (2), analyse de variance
Tableau 56: Asymétries fluctuantes de la populations de Vigo (2)
Tableau 57: Comparaison des asymétries fluctuantes des populations de Valence
Tableau 58: Moyennes des asymétries fluctuantes, toutes les populations confondues
Tableau 59: Variance totale expliquée, asymétrie fluctuante en valeur absolue
Tableau 60: Matrice de composants, asymétrie fluctuante en valeur absolue
Tableau 61: Lambda de Wilks avec 25 premiers composants
Tableau 62: Matrice de structure avec 25 composants
Tableau 63: Lambda de Wilks avec 12 composants
Tableau 64: Matrice de structure avec 12 premiers composants

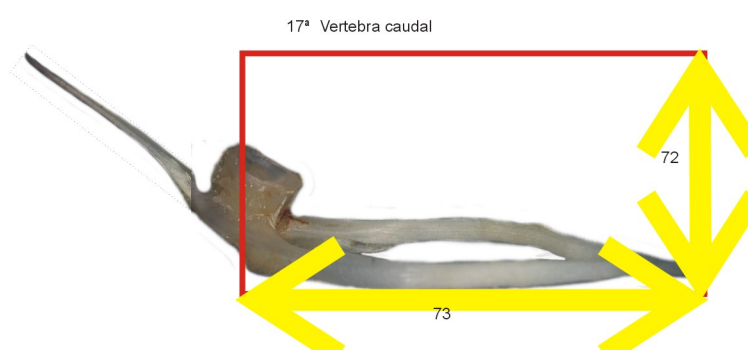
ANNEXE : LAMES

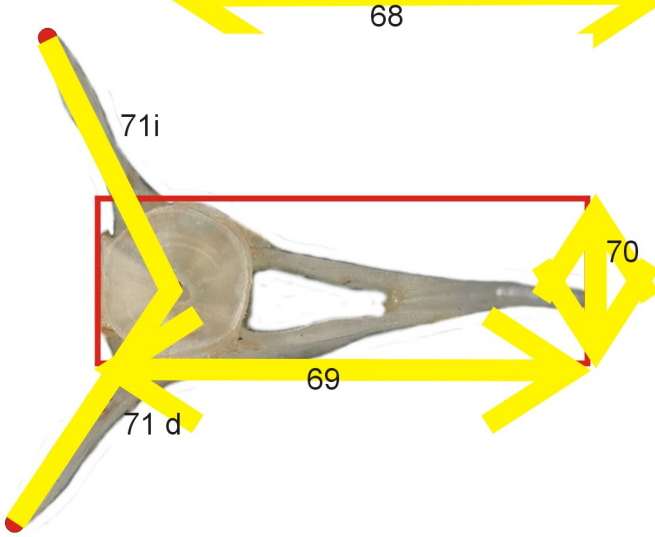

Arco branquial
Hipobranquial
1º- 55 i & 55 d
2º- 56 i & 56 d
3º- 57 i & 57 d
4º- 58 i & 58 d
5º- 59 i & 59 d
Ceratobranquial
Epibranquial
Prevomer
60

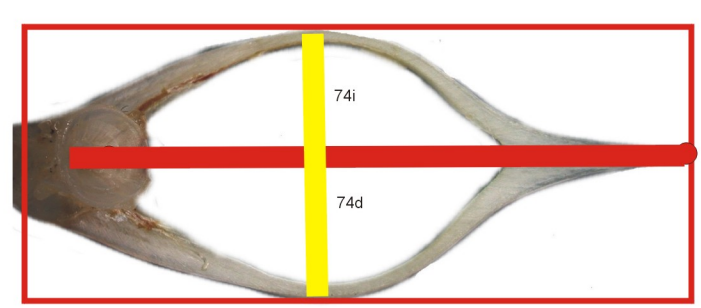
Nasal
61i & 61 d
62i & 62 d

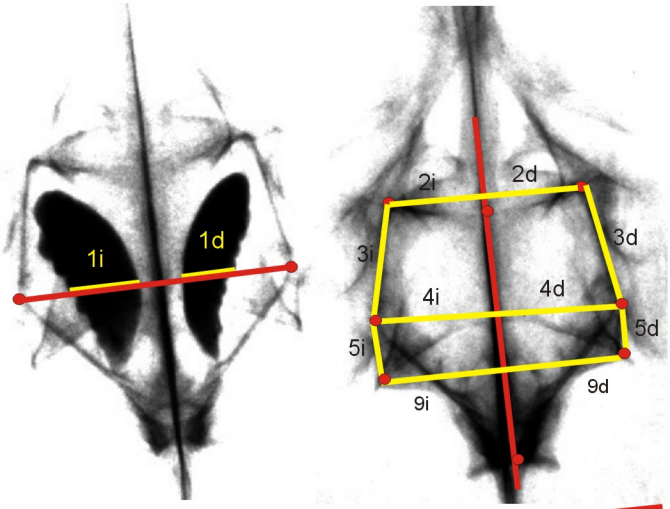

Vertebra abdominal 1ª
63
64
65 d
65 i
66

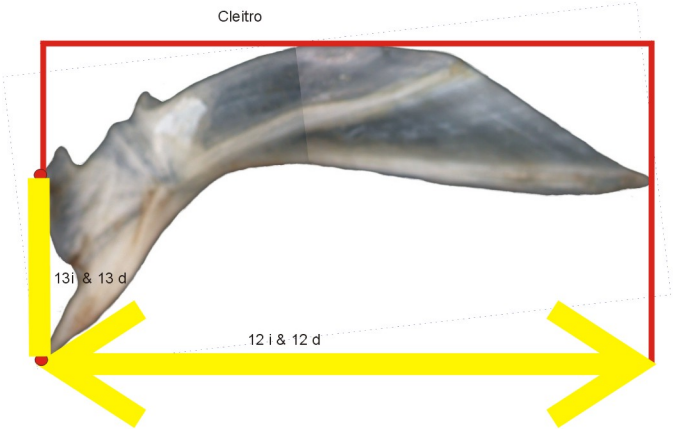

10ª Verebra abdominal
67
68

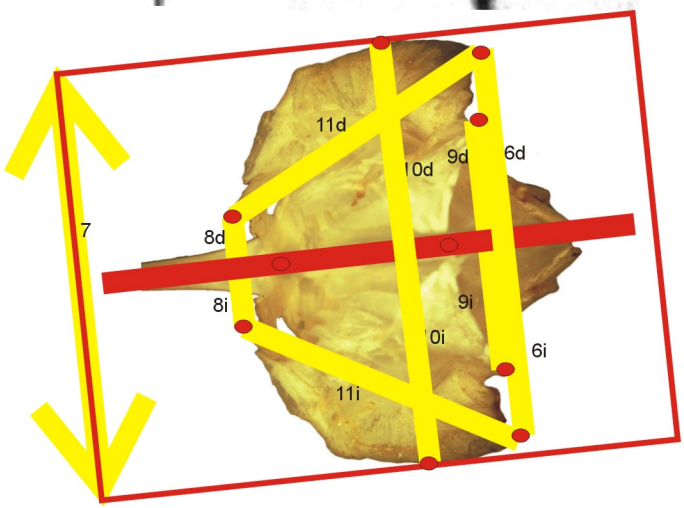

17ª Vertebra caudal
72
73

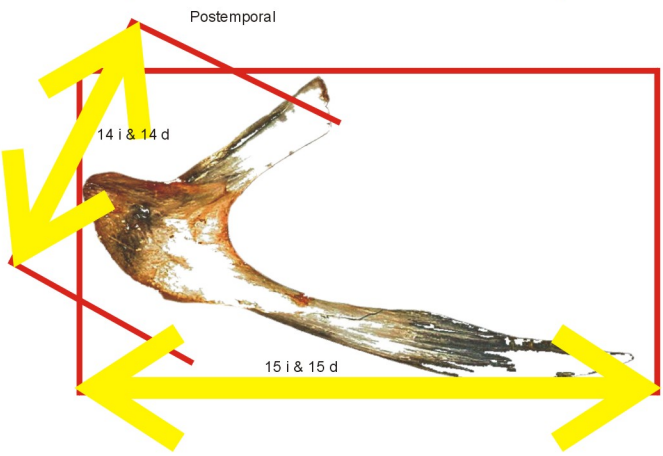

71i
70
69
71 d


74i
74d

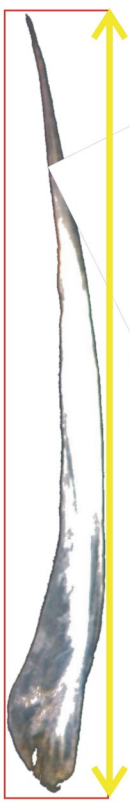






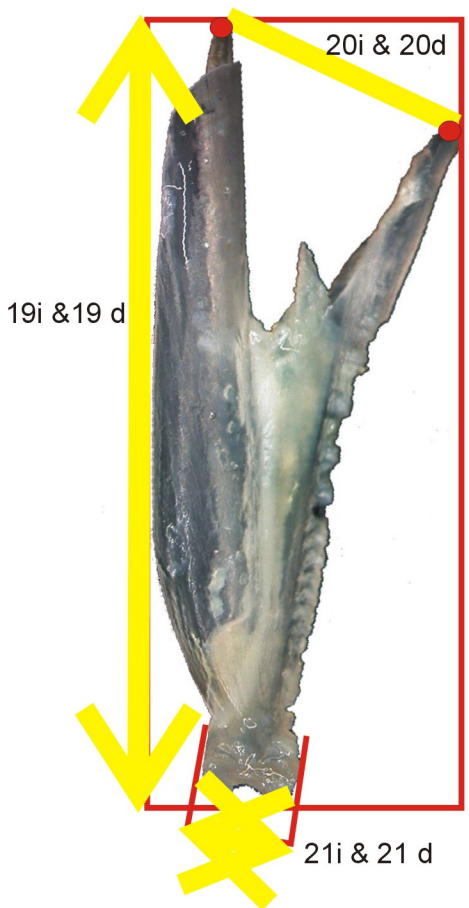


Postcleitro

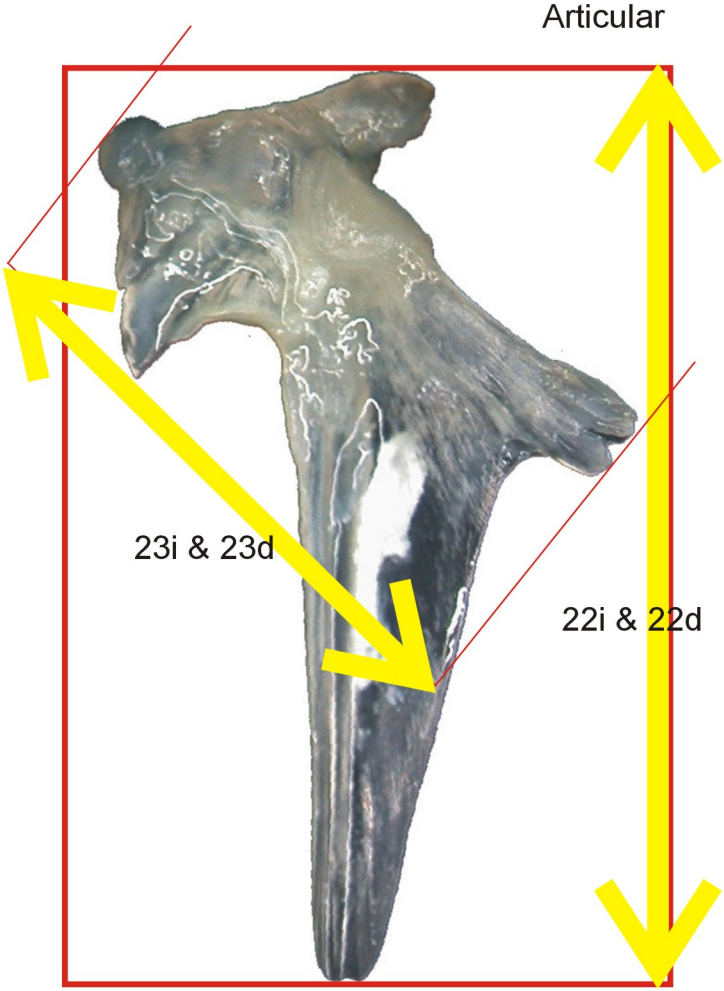


Supracleitro

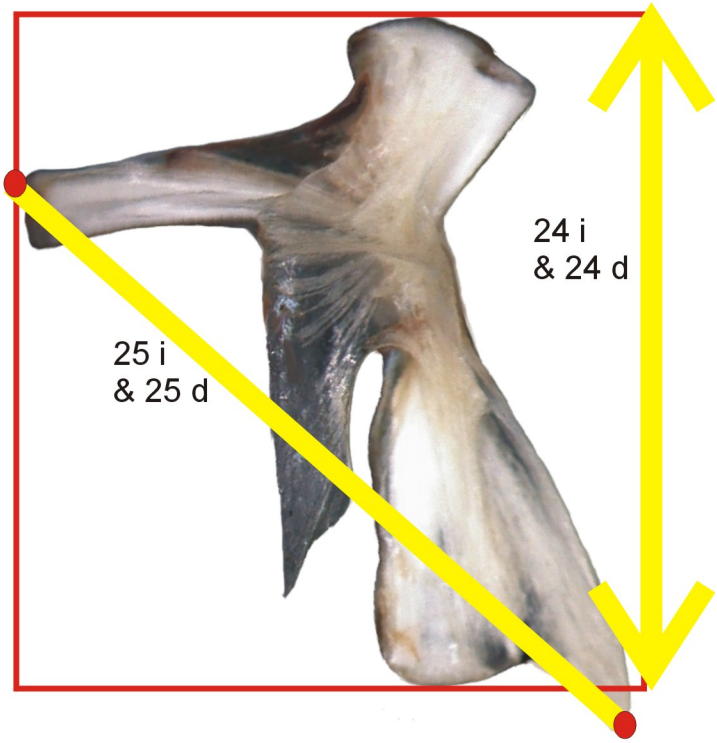
Dentario



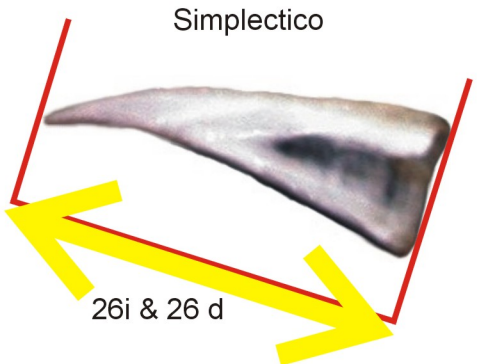
Articular



Hiomandibular

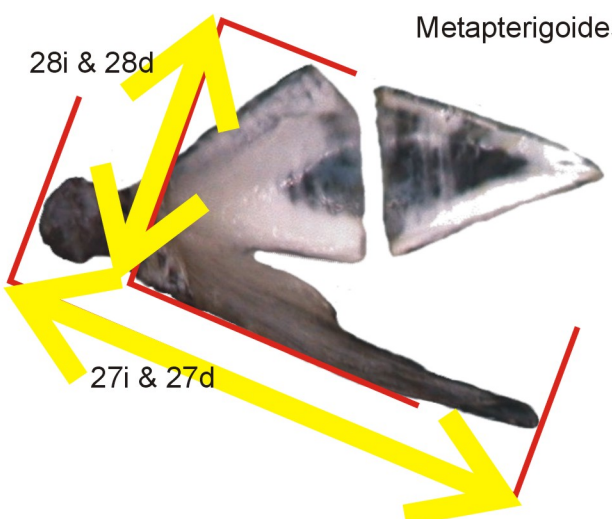


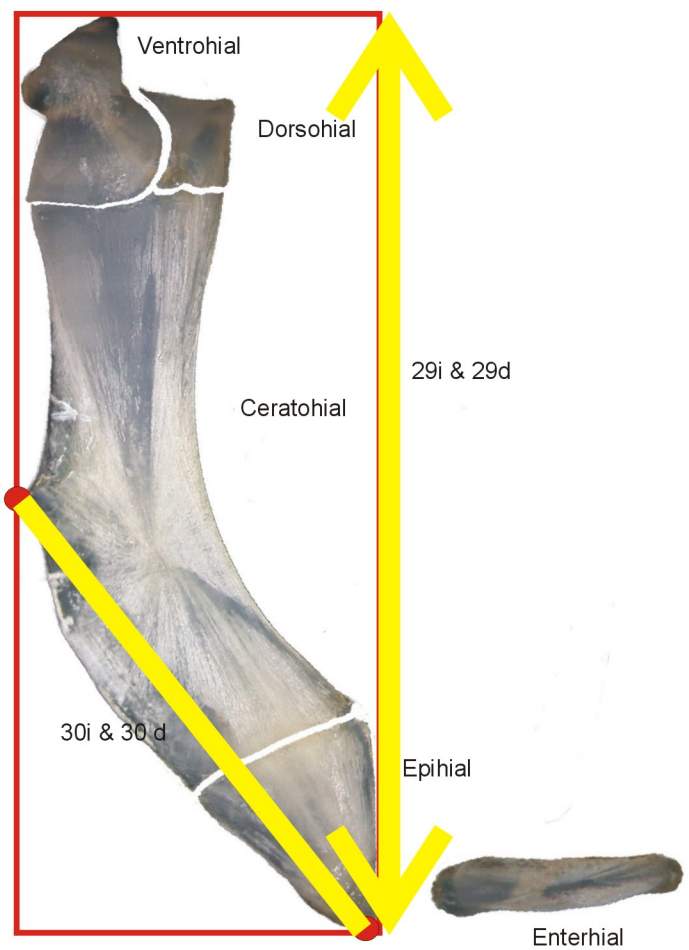
Simplectico



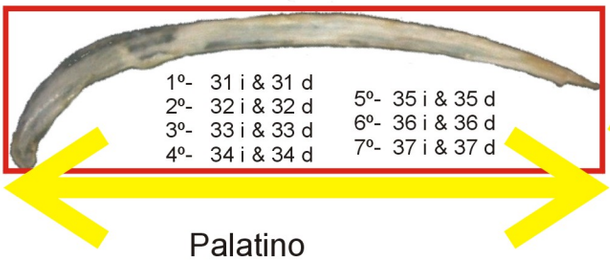
Cuadrado

Metapterigoides

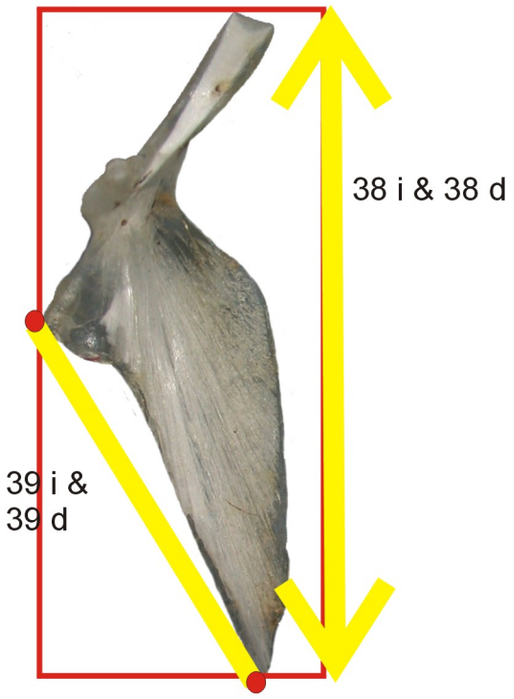




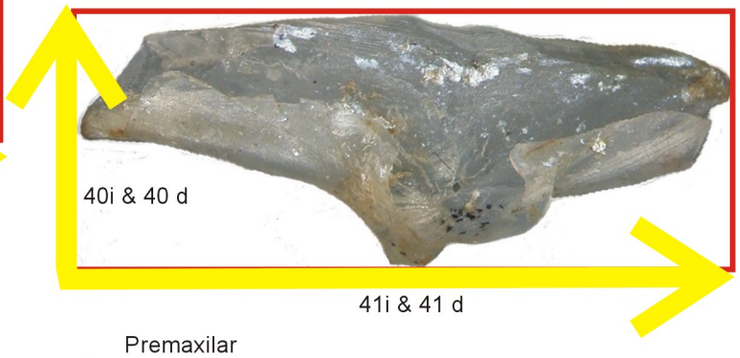
Radios branquiostegos



Palatino

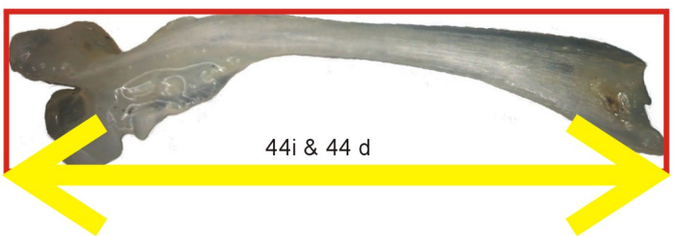


Lacrimal

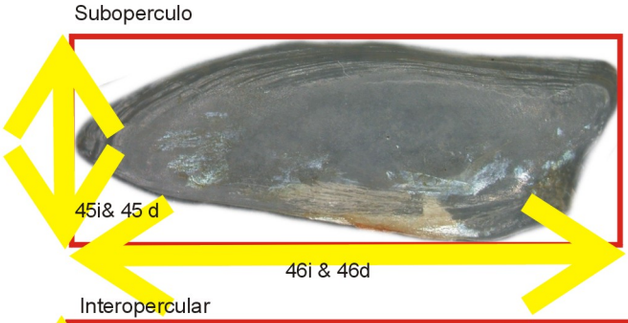


Premaxilar

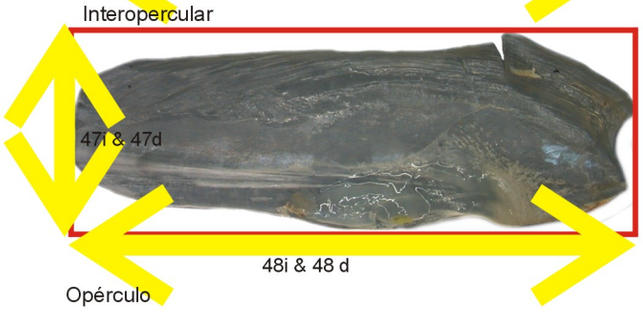
Maxilar



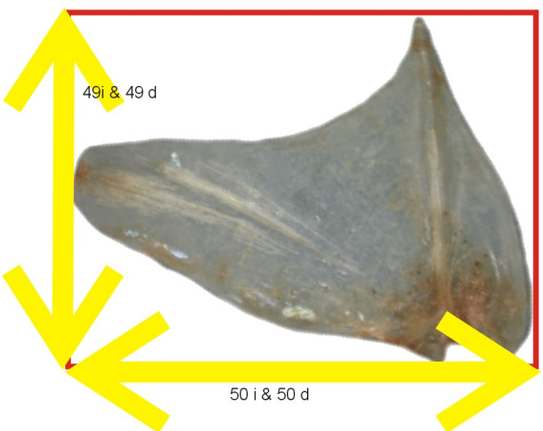
Suboperculo

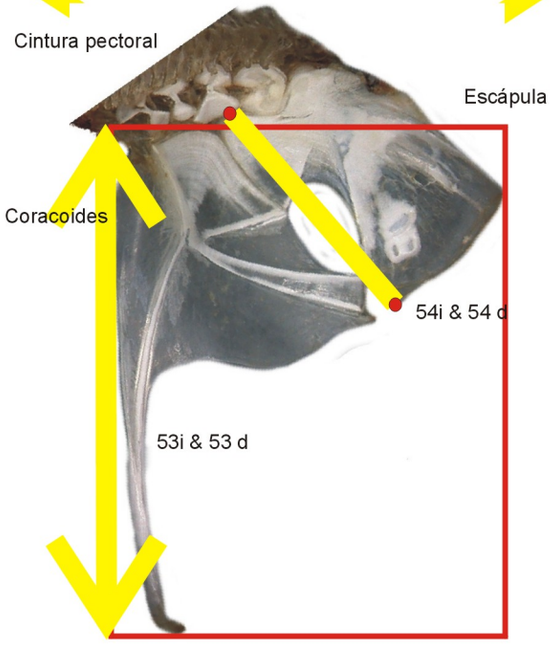


Interopercular



Opérculo



Preoperculo

Cintura pectoral