

# 耦合器中两种保守插值方法效果比较：SCRIP vs ESMF

严厉<sup>1,2</sup>, Jean-Marie Epitalon<sup>2</sup>, Sophie Valcke<sup>2</sup>

1. 中国科学院，南海海洋研究所，热带海洋环境国家重点实验室
2. CERFACS实验室，图卢兹，法国

致谢：美国ESMF项目组的Robert Oehmke, Peggy Li, Ryan O'Kuinghtons  
在ESMF使用上提供的帮助。



# SCRIP介绍

- 耦合器的主要作用：不同分模式的协同和交互信息。当通量场所在网格不同时就要进行插值。
- **SCRIP**：一个基于球面坐标的插值程序包。
- 使用**SCRIP**的耦合器：
  - a. 欧洲的oasis3
  - b. 美国的cpl5(而这两个耦合器广泛应用于全球各个气候模式)

- 文献： Philip W. Jones et al, 1997, A User's Guide, version1.4

# ESMF介绍

- ESMF提供一种架构天气、气候模式的框架。开源软件。其中插值受到SCRIP的启示，但“算法”仍有不同。
- ESMF与SCRIP的不同：
  - a. 坐标系不同

SCRIP是2维经纬度坐标系；ESMF是3维笛卡尔坐标系，避免了极点问题。
  - b. 网格面积计算不同

SCRIP采用线积分计算；ESMF直接计算面积。
  - c. SCRIP串行；ESMF并行

技术支持邮箱：[esmf\\_support@list.woc.noaa.gov](mailto:esmf_support@list.woc.noaa.gov)

# 目的、方法

- 目的：回答问题SCRIP1.4， SCRIP1.5， ESMF谁比较好？其中SCRIP1.4是目前广泛应用的版本， SCRIP1.5是新版本。
- 方法：根据同样的函数分别在源网格上产生一个分析输入场F\_in；在目标网格上产生一个分析输出场F\_ou1。同时F\_in经过插值后产生一个输出场F\_ou2。

$$\text{error}=(F_{\text{ou2}} - F_{\text{ou1}})/ F_{\text{ou1}}$$

判断标准：

error绝对值越小，说明插值效果越好，即经过插值的输出场与标准值差别越小。

# 方法图示

- 函数:

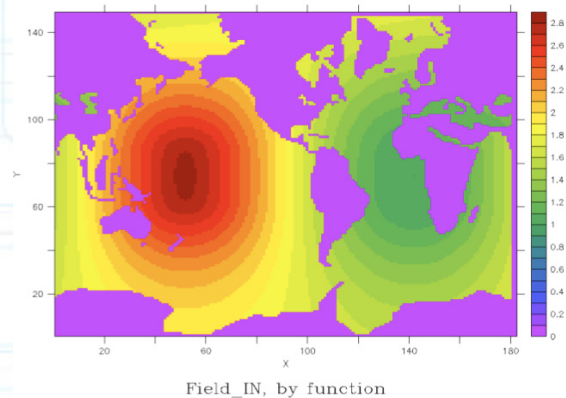
$$F_{si} = 2 - \cos\left[\frac{1}{1.2} \arccos \cos lat_{si} \cos lon_{si}\right]$$

源网格

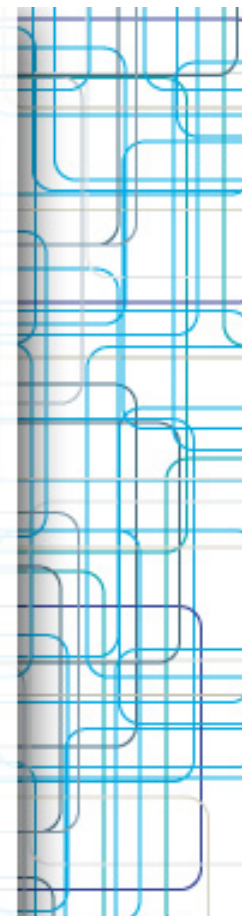
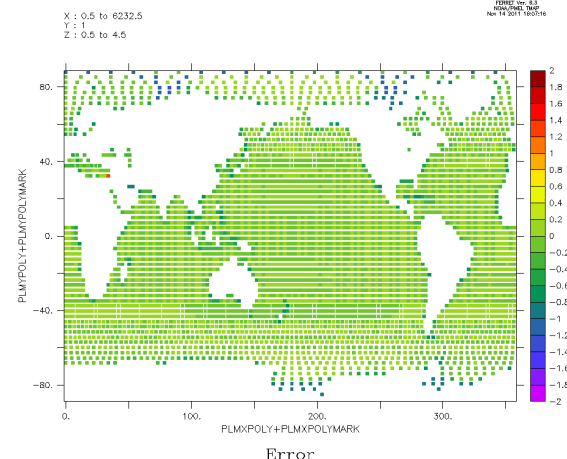
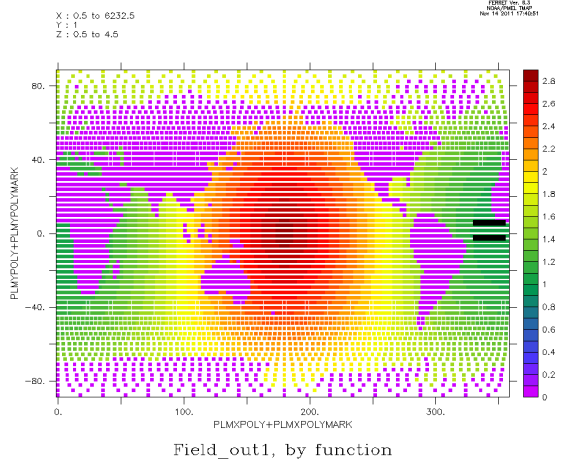
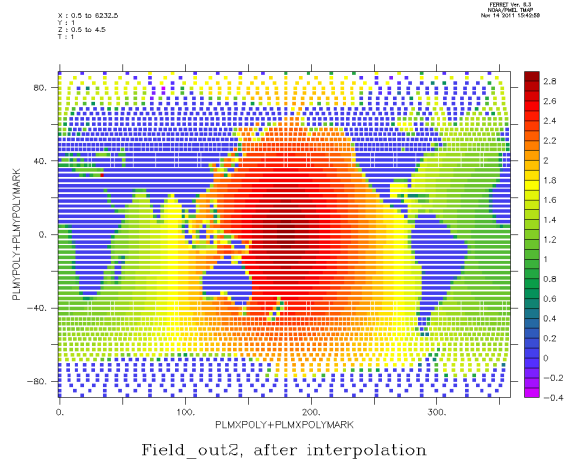
生成

生成

目标网格



插值



# 测试网格与比较标准

网格：组1：Reduced T42 & ORCA2

组2：Reduced T359 & ORCA0.25

其中ORCA是一种改良的三极坐标

比较标准如下：

1. 只比较海盆地区，不考虑海陆边界：

a. 我们只关心海盆地区； b. 边界处一般值都较大，Destarea（ESMF）和Fracarea（SCRIP）在边界处不同，我们无法比较； c. 业务上一般是使用Fracarea选项，而目前ESMF的权重生成器只提供Destarea选项。

2. 比较北冰洋区域，基于一个假设，北冰洋以南的地区误差均小于北冰洋。

a. SCRIP1.4和ESMF均满足此假设； b. SCRIP 1.5不满足，76E附近印度洋有大值出现。

3. 分“大气->海洋”；“海洋->大气”给出结果。前者给出高分辨率结果；后者给出低分辨率结果。

# 全球误差范围

Tab1. Range of error field on non-masked points: T42 & ORCA2

error	T42-> ORCA2		ORCA2 -> T42	
	Min	Max	Min	Max
SCRIP1.4+nt1.6	-1.0000	1.5949E -002	-1.2205	1.2058
ESMF	-1.0000	3.2561E -002	-1.0000	1.5227E -003

Tab2. Range of error field on non-masked points: T359 & ORCA0.25

error	T359 -> ORCA0.25		ORCA0.25 -> T359	
	Min	Max	Min	Max
SCRIP1.4+nt1.6	-1.0000	2.9643E -003	-1.7204	5.1426
ESMF	-1.0000	2.2045E -002	-1.0000	2.5345E -004

当“大气->海洋”时，SCRIP略好于ESMF;当“海洋->大气”时，ESMF好于SCRIP。

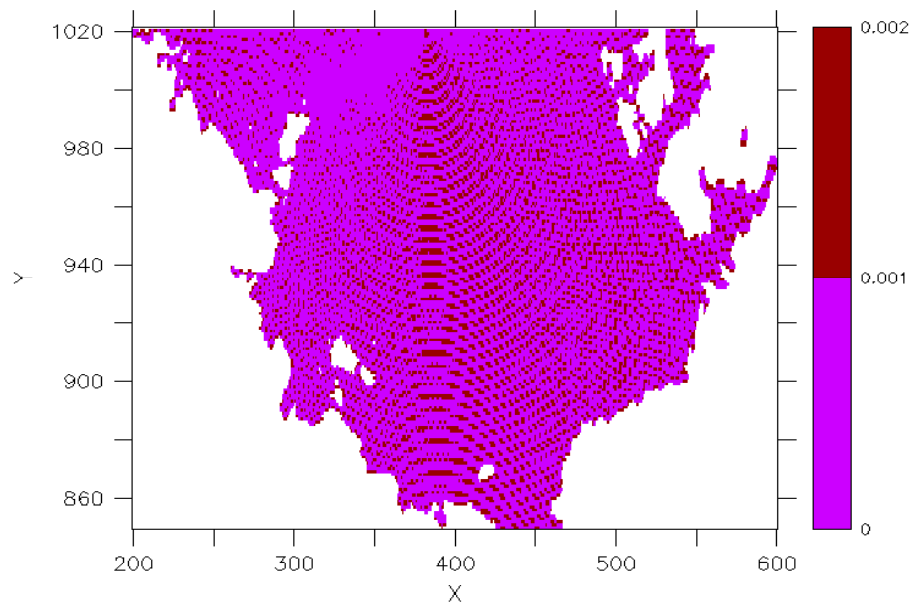
注：此处的nt 1.6指没有在北极高纬度地区将球面投影为平面，1.6为弧度值。nt默认值为1.42，表示此弧度以北都将投影为平面。由于在所有SCRIP中，SCRIP1.4+nt1.6是效果最好的，所以将它作为所有SCRIP的代表，和ESMF比较。

# 大气->海洋， 亚、美之间北冰洋：

i=200: 600, j=850: 1021

FERRET Ver. 6.3  
NOAA/PMEL TMAP  
Nov 14 2011 11:40:23

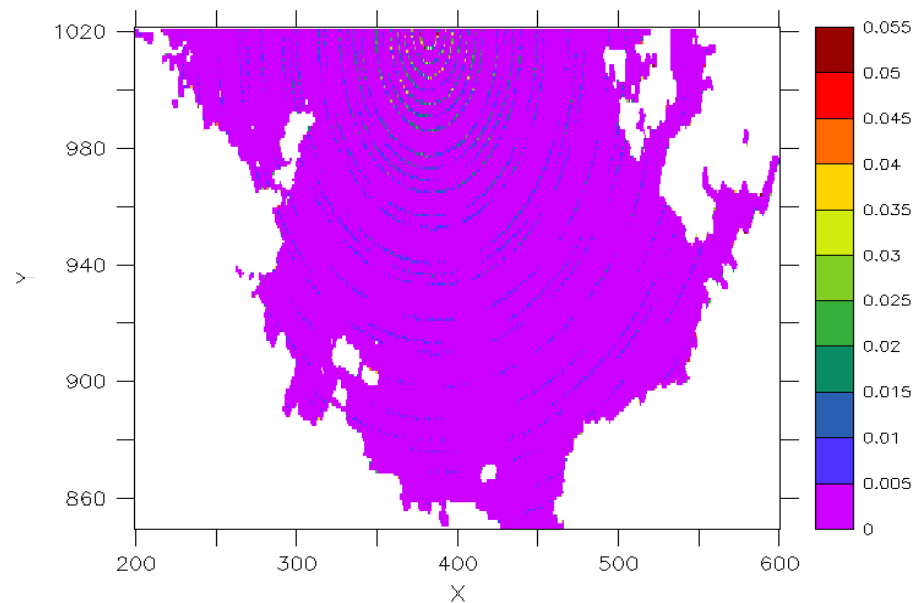
DATA SET: error



SCRIP 1.4 + nt1.6

FERRET Ver. 6.3  
NOAA/PMEL TMAP  
Nov 14 2011 11:40:24

DATA SET: error



ESMF

all error<0.002

所有计数不包括边界，下同。

6 points 0.05<error<0.08

Many 0.005<error<0.05

Others error<0.005

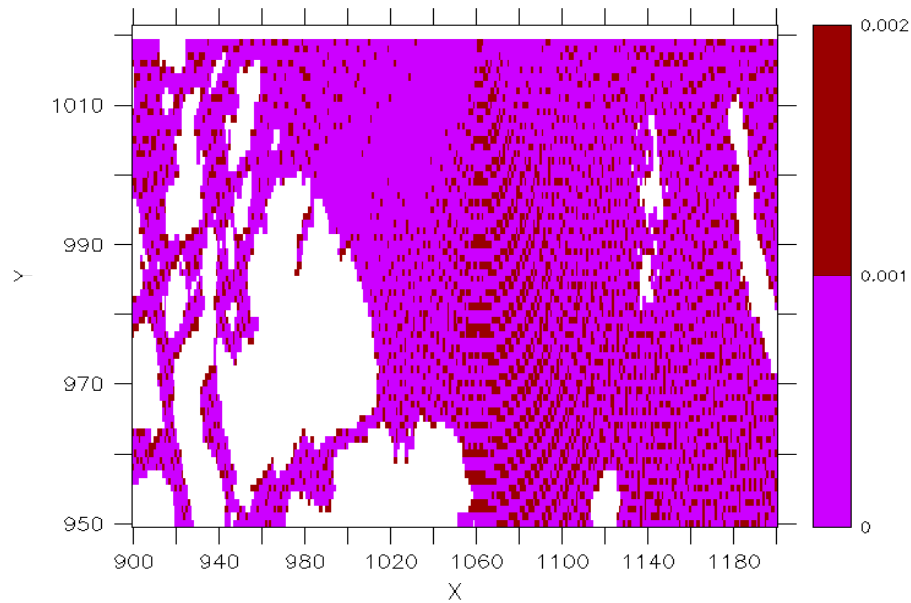


# 大气->海洋， 美、欧之间北冰洋：

i=900: 1200, j=950: 1021

FERRET Ver. 6.3  
NOAA/PMEL TMAP  
Nov 14 2011 11:57:23

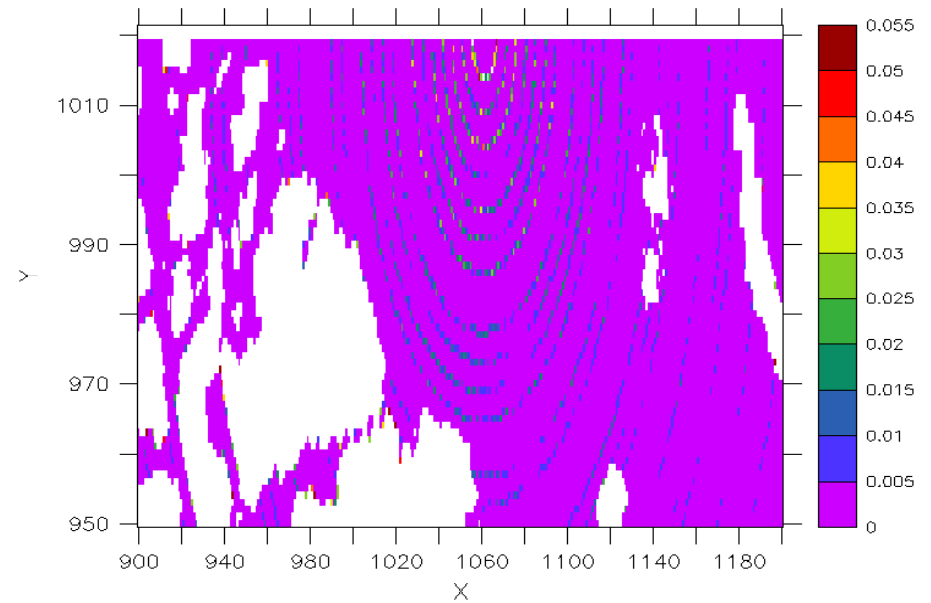
DATA SET: error



SCRIP 1.4 + nt1.6

FERRET Ver. 6.3  
NOAA/PMEL TMAP  
Nov 14 2011 11:57:23

DATA SET: error



ESMF

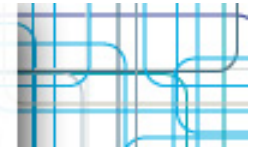
all error<0.002

6 points 0.05<error<0.08

Many 0.005<error<0.05

Others error<0.005

# 大气->海洋， 全球：

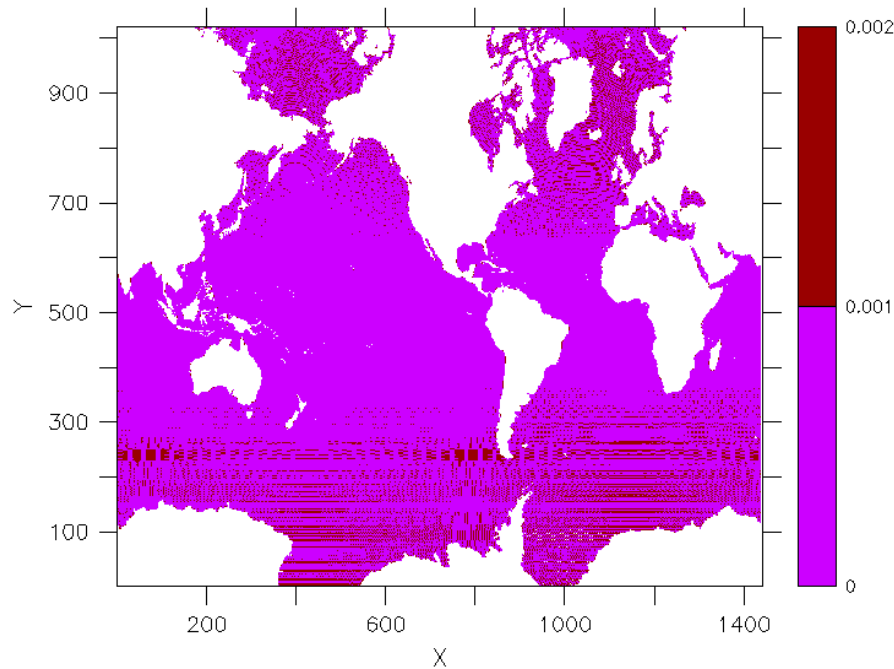


FERRET Ver. 6.3  
NOAA/PMEL TMAP  
Nov 14 2011 12:07:41

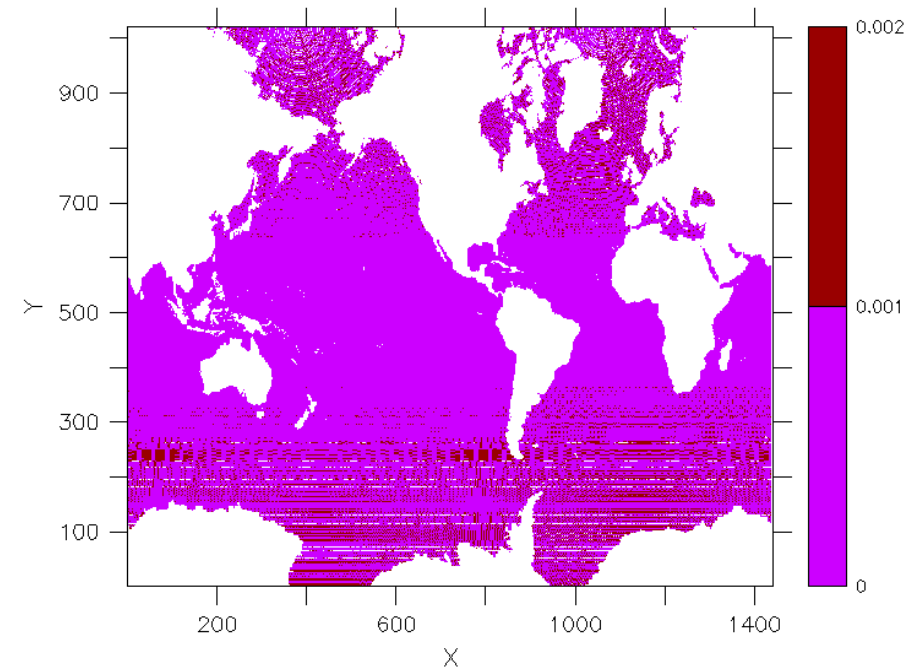
FERRET Ver. 6.3  
NOAA/PMEL TMAP  
Nov 14 2011 12:07:49

DATA SET: error

DATA SET: error



SCRIP 1.4 + nt1.6



ESMF

小结：当插值从“大气->海洋”进行时，**SCRIP**优于**ESMF**。前者的误差全部小于0.002。**ESMF**的大值点主要集中在北冰洋和南大洋，值主要为0.01~0.02（not shown）。

（低分辨率结论与此类似。）

# 海洋->大气：全球 (看大值点)

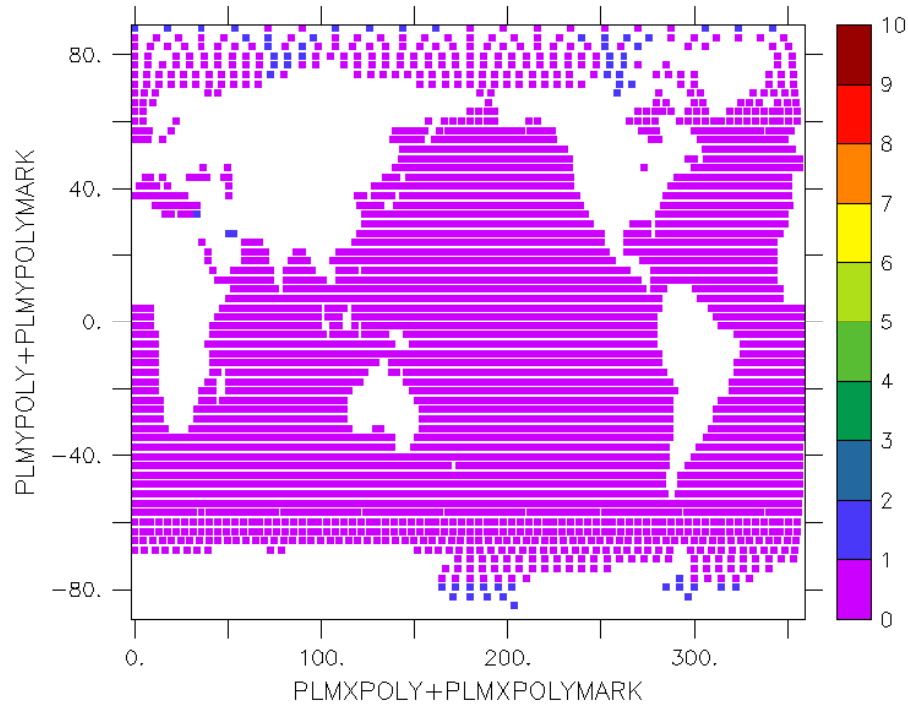


X : 0.5 to 6232.5  
Y : 1  
Z : 0.5 to 4.5

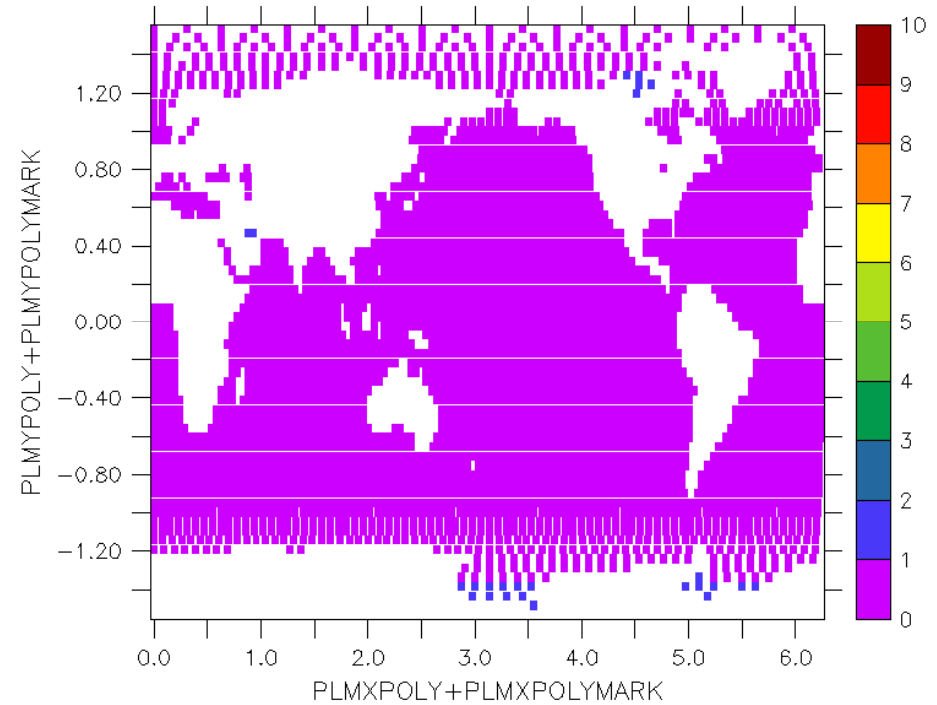
FERRET Ver. 6.3  
NOAA/PMEL TMAP  
Nov 14 2011 14:31:09

X : 0.5 to 6232.5  
Y : 1  
Z : 0.5 to 4.5

FERRET Ver. 6.3  
NOAA/PMEL TMAP  
Nov 14 2011 14:31:11



SCRIP 1.4 + nt1.6

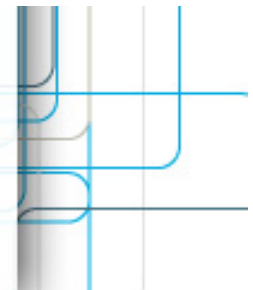


ESMF

北冰洋地区

26 points  $1 < \text{error} < 2$

0 points  $1 < \text{error}$



# 海洋-> 大气: 全球 (精细)

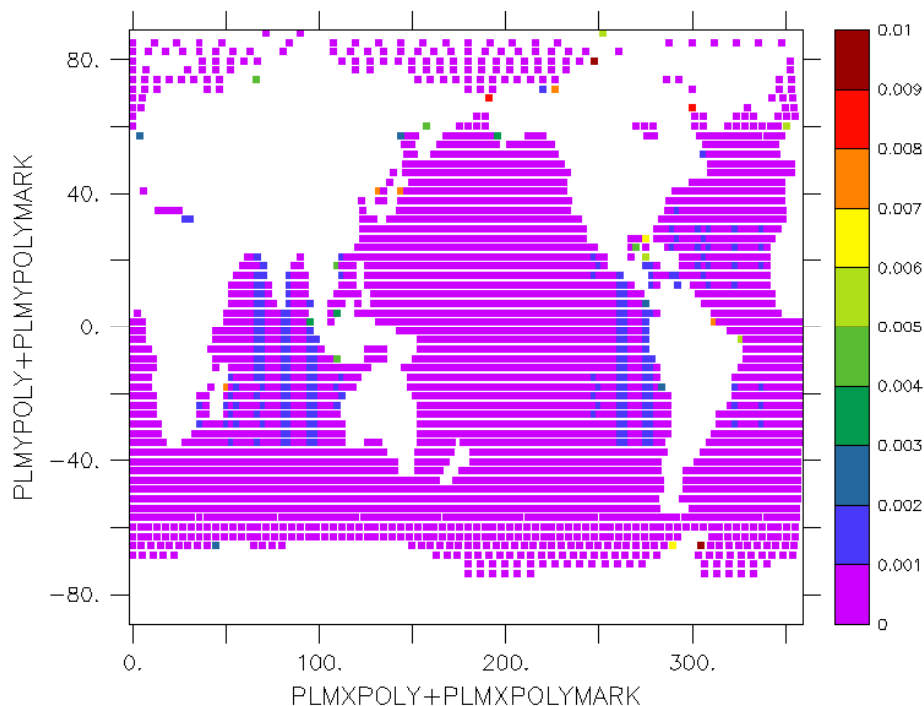


X : 0.5 to 6232.5  
Y : 1  
Z : 0.5 to 4.5

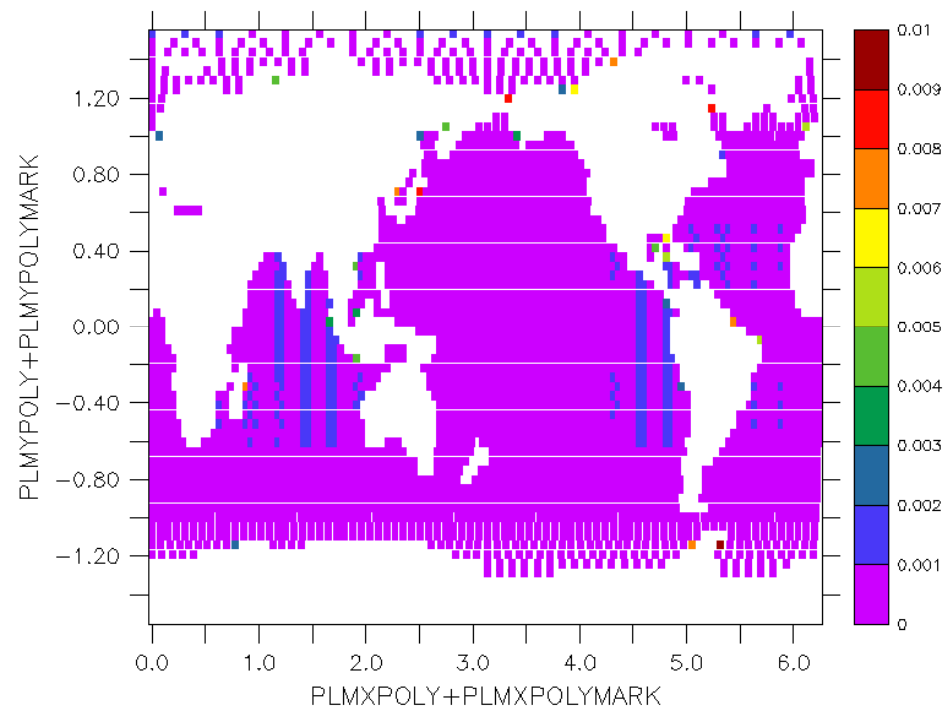
FERRET Ver. 6.3  
NOAA/PMEL TMAP  
Nov 14 2011 14:34:24

X : 0.5 to 6232.5  
Y : 1  
Z : 0.5 to 4.5

FERRET Ver. 6.3  
NOAA/PMEL TMAP  
Nov 14 2011 14:34:26



SCRIP 1.4 + nt1.6



ESMF

比较精细地看，无论SCRIP还是ESMF，全球范围主要误差都小于0.002，只是SCRIP在北冰洋极点附近有不少点在误差在1附近。

小结：当插值从“海洋-> 大气”进行时，ESMF优于SCRIP。

# 结论

- 1.在SCRIP内部，版本1.4优于版本1.5；在threshold选项上，nt1.6优于nt1.45，即不进行任何投影优于将纬度1.45以北的球面投影为平面。
- 2. ESMF与SCRIP1.4+nt1.6 相比，  
“大气->海洋”插值时，SCRIP较优。  
“海洋->大气”插值时，ESMF较优。  
若综合考虑SCRIP在“海洋->大气”插值时会出现1左右，而高分辨率时有数值为5的误差；ESMF的表现更稳定。

谢谢大家。  
敬请各位老师批评、指正！