

## Modèles Intégrés d'Évaluation des Stocks: Stock Synthesis (SS3)

- Combinent statistiquement plusieurs sources de données: captures, indices d'abondance, compositions âge/taille dans un cadre unifié de dynamique des populations:
- Estimation de biomasse, mortalité par pêche, recrutement.
- Méthodes de maximum de vraisemblance ou bayésiennes.
- Propagation des incertitudes entre sources de données.

# Avantages des modèles intégrés



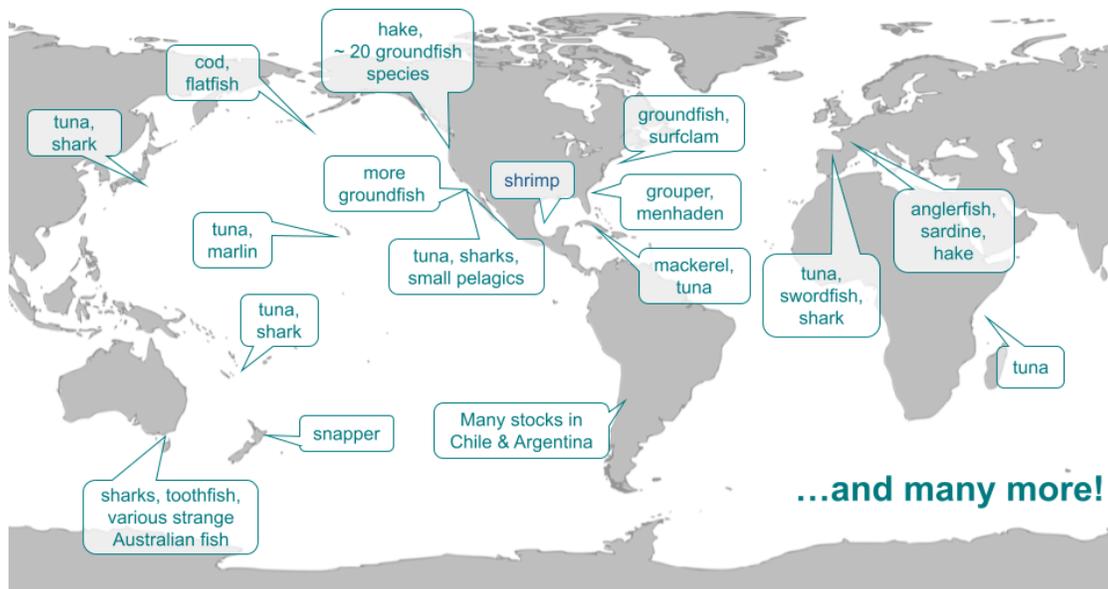
- Utilisent toutes les données disponibles simultanément.
- Représentent les processus biologiques (croissance, reproduction, mortalité).
- Fournissent des points de référence pour la gestion (MSY, SSB, F).
- Supérieurs aux méthodes isolées grâce à la propagation des incertitudes.

*Les modèles intégrés représentent une approche robuste pour l'évaluation des stocks halieutiques, combinant données multiples et processus biologiques.*

# Stock synthesis (SS3)



## Stock Synthesis Around the World



Développé par la NOAA (Rick Methot) dispose d'une communauté très active de développeurs et d'utilisateurs.

Website: <https://nmfs-ost.github.io/ss3-website/>

Document de référence: Methot, Richard D., and Chantell R. Wetzel. 2013. "Stock Synthesis: A Biological and Statistical Framework for Fish Stock Assessment and Fishery Management."

Largement utilisé dans le monde pour les évaluations de stocks

# Structure et Composantes du Modèle

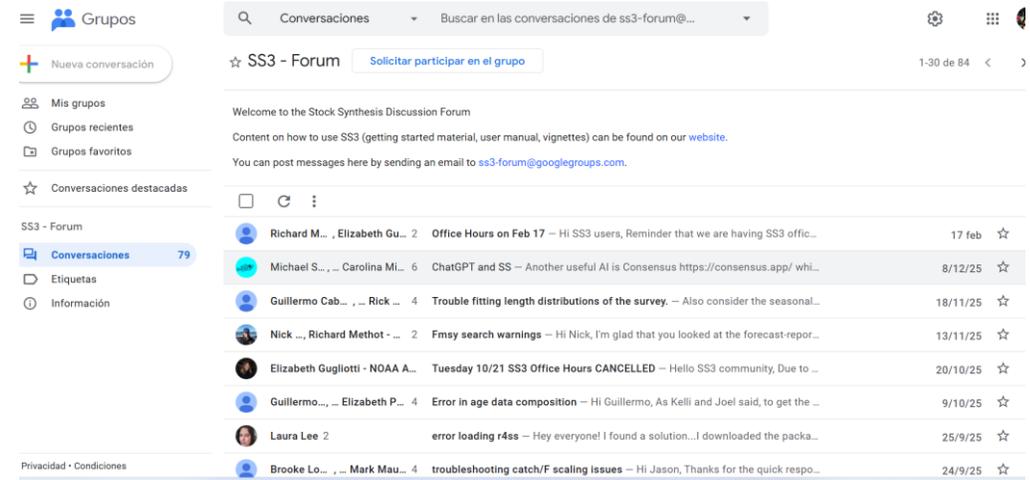


- 1. Sous-modèle de Population:** simule les processus biologiques de la population de poissons, la croissance, la maturité et la fécondité, le recrutement. Aussi, les mouvements entre zones, la sélectivité, la mortalité naturelle et la mortalité due à la pêche.
- 2. Sous-modèle d'Observation:** Celui-ci génère les valeurs attendues pour les données observées. Il prédit les captures, les indices d'abondance (CPUE), les compositions longueur/âge, la longueur/poids moyenne à l'âge.
- 3. Sous-modèle Statistique:** évalue l'ajustement modèle-données à l'aide d'une fonction de vraisemblance. Il estime les paramètres par phases, calcule les variances via inversion de l'Hessienne.
- 4. Sous-modèle de Prévision:** Celui-ci projette les états futurs pour des conseils de gestion. Calcule des points de référence.

# Autres caractéristiques



- Cadre flexible pour divers types de données (tailles et/ou âges)
- Gère les dynamiques de population complexes.
- Fonctionne avec données riches ou limitées.
- Estime les points de référence basés sur le RMD.
- Développement actif et soutien communautaire.

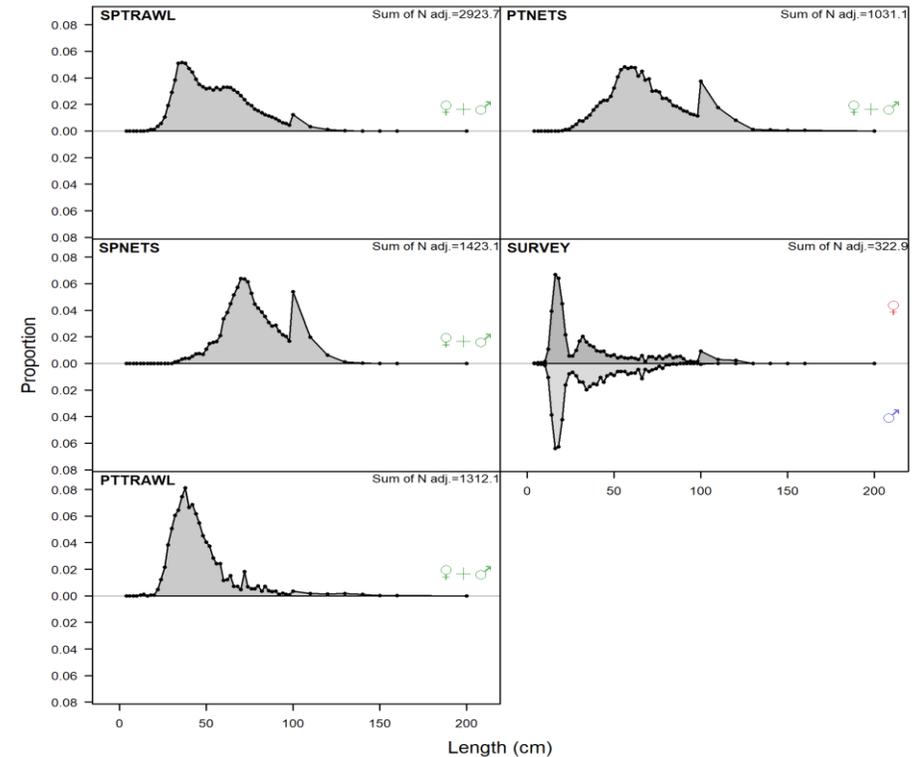


# Caractéristiques Avancées



- Zones multiples et mouvement entre zones
- Morphes de croissance (mâle/femelle)
- Paramètres variant dans le temps (effets environnementaux)
- Modèles de sélectivité spécifiques par flotte

## Length composition



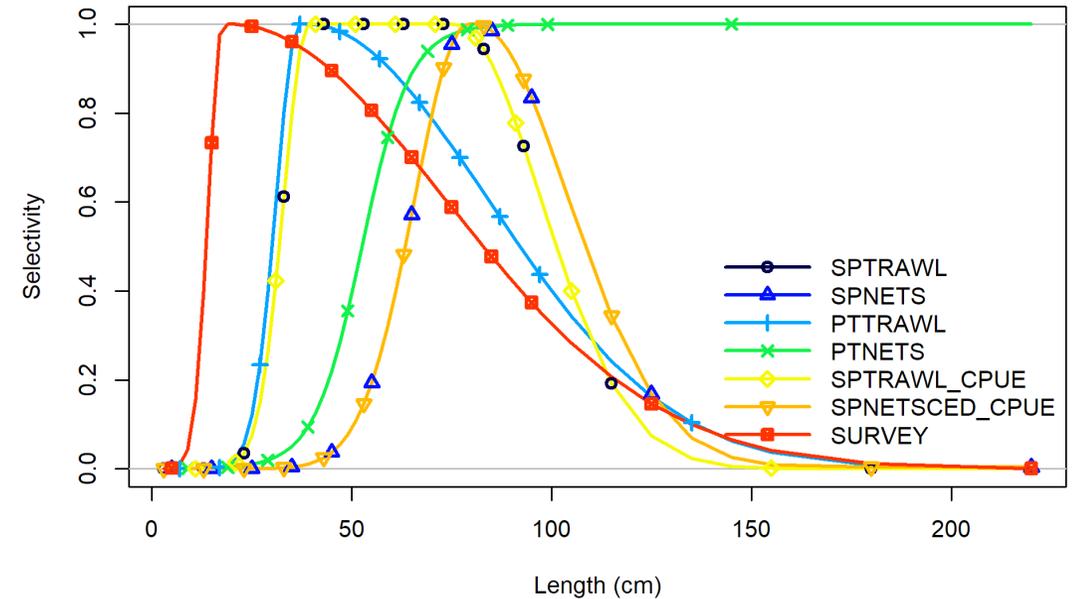
stock sud de lotte blanche (ICES, 2025)

# Sélectivité



Fonctions flexibles décrivant la sélectivité des flottes:

- Logistique, double normal, paramétrique, spline cubique.
- Basée sur la taille ou l'âge.
- Options de sélectivité variant dans le temps.

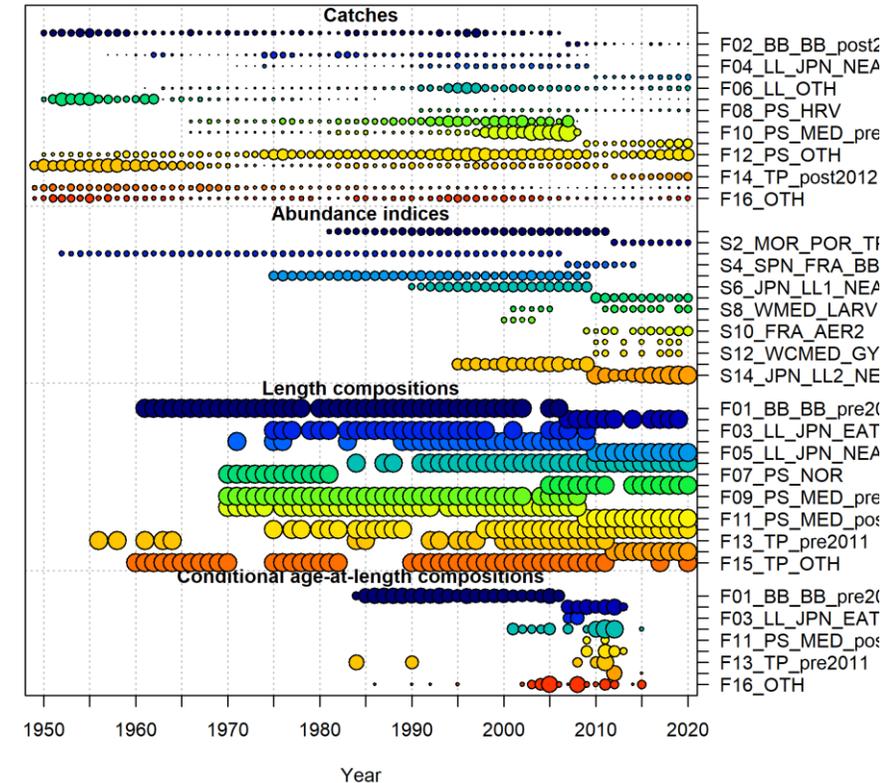


stock sud de lotte blanche (ICES, 2025)

# Types de Données Intégrées



- Données de captures (retenue, rejetées, totales)
- Indices d'abondance des campagnes et CPUE
- Données de composition en âge et taille
- Données de marquage pour l'estimation des mouvements



stock est du thon rouge (ICCAT, 2022)

# Structure des Fichiers d'entrée



- **starter.ss** : Spécifications et noms de fichiers

```
starter.ss
Archivo  Editar  Ver

#V3.30.23.1; safe; compile_date: Dec 5 2024; Stock_Synthesis_by_Richard_Methot_(NOAA)_using_ADMB_13.2
# Stock_Synthesis_is_a_work_of_the_U.S._Government_and_is_not_subject_to_copyright_protection_in_the_United_States.
# Foreign_copyrights_may_apply._See_copyright.txt_for_more_information.
# User_support_available_at:NMFS.Stock.Synthesis@noaa.gov
# User_info_available_at:https://vlab.noaa.gov/group/stock-synthesis
# Source_code_at:https://github.com/nmfs-ost/ss3-source-code

#C starter file written by R function SS_writestarter
#C rerun model to get more complete formatting in starter.ss_new
#C should work with SS version: Ssv3.10b_or_later
#C file write time: 2018-02-06 13:56:16
smon.dat
smon_assessment.ctl
0 # 0=use init values in control file; 1=use ss.par
1 # run display detail (0 = minimal; 1=one line per iter; 2=each logL)
1 # detailed output (0=minimal for data-limited, 1=high (w/ wtatage.ss_new), 2=brief, 3=custom)
#COND: custom report options: -100 to start with minimal; -101 to start with all; -number to remove, +number to add, -999 to
end
0 # write 1st iteration details to echoinput.sso file (0,1)
4 # write parm values to ParmTrace.sso (0=no,1=good,active; 2=good,all; 3=every_iter,all_parms; 4=every,active)
1 # write to cumreport.sso (0=no,1=like&timeseries; 2=add survey fits)
1 # Include prior_like for non-estimated parameters (0,1)
1 # Use Soft Boundaries to aid convergence (0,1) (recommended)
#
2 # Number of datafiles to produce: 0 turns off all *.ss_new; 1st is data_echo.ss_new, 2nd is data_expval.ss, 3rd and higher
are data_boot_**N.ss,
10 # Turn off estimation for parameters entering after this phase
#
1 # MCEval burn interval
1 # MCEval thin interval
0 # jitter initial parm value by this fraction
-1 # min year for sdreport outputs (-1 for styr); #_1978
-2 # max year for sdreport outputs (-1 for endyr+1; -2 for endyr+Nforecastyrs); #_2026
0 # N individual STD years
#COND: vector of year values if N>0

0.0001 # final convergence criteria (e.g. 1.0e-04)
0 # retrospective year relative to end year (e.g. -4)
0 # min age for calc of summary biomass
1 # Depletion basis: denom is: 0=skip; 1=X*SPBvirgin; 2=X*SPBmsy; 3=X*SPBstyr; 4=X*SPB_endyr; 5=X*dyn_Bzero; values>=11
invoke N multiyr with 10s & 100s digit; append .1 to invoke log(ratio); e.g. 122.1 produces log(12 year trailing average of
B/Bmsy)
0.4 # Fraction (X) for Depletion denominator (e.g. 0.4)
3 # SPR_report_basis: 0=skip; 1=(1-SPR)/(1-SPR_tgt); 2=(1-SPR)/(1-SPR_MSY); 3=(1-SPR)/(1-SPR_Btarget); 4=rawSPR
5 # F_std_reporting_units: 0=skip; 1=exploitation(Bio); 2=exploitation(Num); 3=sum(Apical_F's); 4=mean F for range of ages
(numbers weighted); 5=unweighted mean F for range of ages
2 15 # min and max age over which mean F will be calculated, with F=Z-M
0 # F_std_scaling: 0=no scaling; 1=F/Fspr; 2=F/Fmsy; 3=F/Fbtgt; where F means annual F_std, Fmsy means F_std@msy; values >=11
invoke N multiyr using 10s and 100s digit; append .1 to invoke log(ratio)
0 # MCMC output detail: integer part (0=default; 1=adds obj func components; 2= +write_report_for_each_mceval); and decimal
part (added to SR_LN(R0) on first call to mcmc)
0 # ALK tolerance ***disabled in code
-1 # random number seed for bootstrap data (-1 to use long(time) as seed): # 1740671372
3.30 # check value for end of file and for version control
```





# forecast.ss : Paramètres de projection



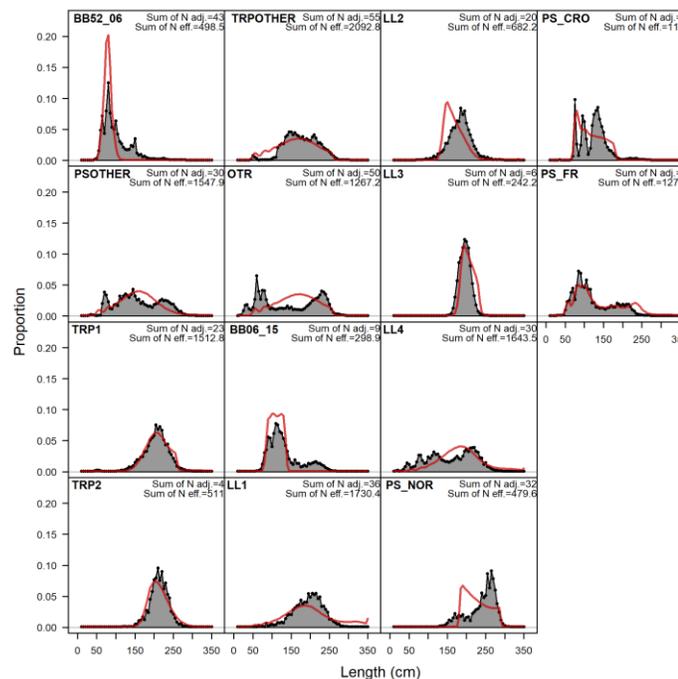
```
smon_assessment.ctl  forecast.ss
Archivo  Editar  Ver
#V3.30.23.1;_safe;_compile_date:_Dec 5 2024;_Stock_Synthesis_by_Richard_Methot_(NOAA)_using_ADMB_13.2
# for all year entries except rebuild; enter either: actual year, -999 for st_yr, 0 for endyr, neg number for rel. endyr
1 # Benchmarks: 0=skip; 1=calc F_spr,F_btgt,F_msy; 2=calc F_spr,F0.1,F_msy; 3=add F_Blimit;
2 # Do_MSY: 1= set to F(SPR); 2=calc F(MSY); 3=set to F(Btgt) or F0.1; 4=set to F(endyr); 5=calc F(MEY) with MSY_unit options
# if Do_MSY=5, enter MSY_Units; then list fleet_ID, cost/F, price/mt, include_in_Fmey_scaling; # -fleet_ID to fill; -9999 to terminate
0.4 # SPR target (e.g. 0.40)
0.4 # Biomass target (e.g. 0.40)
#_Bmark_years: beg_bio, end_bio, beg_selex, end_selex, beg_relF, end_relF, beg_recr_dist, end_recr_dist, beg_SRparm, end_SRparm (enter actual year,
or values of 0 or -integer to be rel. endyr)
-2 0 -2 0 -2 0 1980 2024 1980 2024
# 2021 2023 2021 2023 2021 2023 1980 2023 1980 2023
# value <0 convert to endyr-value; except -999 converts to start_yr; must be >=start_yr and <=endyr
2 #Bmark_relF_Basis: 1 = use year range; 2 = set relF same as forecast below
#
1 # Forecast: -1=none; 0=simple_1yr; 1=F(SPR); 2=F(MSY) 3=F(Btgt) or F0.1; 4=Ave F (uses first-last relF yrs); 5=input annual F scalar
# where none and simple require no input after this line; simple sets forecast F same as end year F
3 # N forecast years
0.2 # Fmult (only used for Do_Forecast==5) such that apical_F(f)=Fmult*relF(f)
#_Fcast_years for averaging: beg_selex, end_selex, beg_relF, end_relF, beg_mean recruits, end_recruits (enter actual year, or values of 0 or -
integer to be rel. endyr)
0 0 0 0 -999 0
# 2023 2023 2023 2023 1980 2023
0 # Forecast selectivity (0=fcast selex is mean from year range; 1=fcast selectivity from time-vary parms). NOTE: logic reverses in new format
# A revised protocol for the Fcast_yr specification is available and recommended. Template is below.
#
#-12345 # code to invoke new format for expanded fcast year controls
# biology and selectivity vectors are updated annually in the forecast according to timevary parameters, so check end year of blocks and dev vectors
# input in this section directs creation of means over historical years to override any time_vary changes
# Factors implemented so far: 1=M, 4=recr_dist, 5=migration, 10=selectivity, 11=rel_F, 12=recruitment
# rel_F and Recruitment also have additional controls later in forecast.ss
# input as list: Factor, method (0, 1), st_yr, end_yr
# Terminate with -9999 for Factor
# st_yr and end_yr input can be actual year; <=0 sets rel. to timeseries endyr; Except -999 for st_yr sets to first year if time series
# Method = 0 (or omitted) continue using time_vary parms; 1 use mean of derived factor over specified year range
# Factor method st_yr end_yr
# 10 1 0 0 # selectivity; use: 10 1 0 0
# 11 1 0 0 # rel_F; use: 11 1 0 0
# 12 1 -999 0 # recruitment; use: 12 1 -999 0
#-9999 0 0 0
#
2 # Control rule method (0: none; 1: ramp does catch=f(SSB), buffer on F; 2: ramp does F=f(SSB), buffer on F; 3: ramp does catch=f(SSB), buffer on
catch; 4: ramp does F=f(SSB), buffer on catch)
# values for top, bottom and buffer exist, but not used when Policy=0
0.01 # Control rule inflection for constant F (as frac of Bzero, e.g. 0.40); must be > control rule cutoff, or set to -1 to use Bmsy/SSB_unf
0.001 # Control rule cutoff for no F (as frac of Bzero, e.g. 0.10)
1 # Buffer: enter Control rule target as fraction of Flimit (e.g. 0.75), negative value invokes list of [year, scalar] with filling from year to
YrMax
#
3 #_N forecast loops (1=OFL only; 2=ABC; 3=get F from forecast ABC catch with allocations applied)
3 # First forecast loop with stochastic recruitment
```

- **Latest release - executable:** <https://github.com/nmfs-ost/ss3-source-code/releases/v3.30.24.1>
- **Manuel:** [https://github.com/nmfs-ost/ss3-source-code/releases/download/v3.30.24.1/SS330 User Manual.pdf](https://github.com/nmfs-ost/ss3-source-code/releases/download/v3.30.24.1/SS330%20User%20Manual.pdf)
- **r4ss** : R package principal pour traiter les résultats (extraire des données, créer graphiques) <https://github.com/r4ss/r4ss>

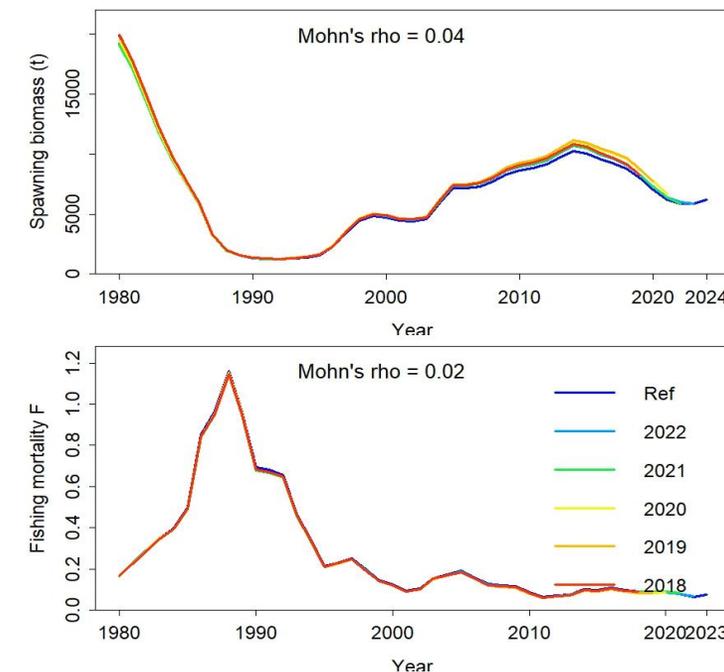
# Diagnostics du Modèle



- Convergence (valeurs de gradient < 0.001)
- Jittering pour tester la stabilité des paramètres
- Patterns de résidus dans l'ajustement aux données
- Analyse rétrospective pour la cohérence



stock est du thon rouge (ICCAT, 2022)

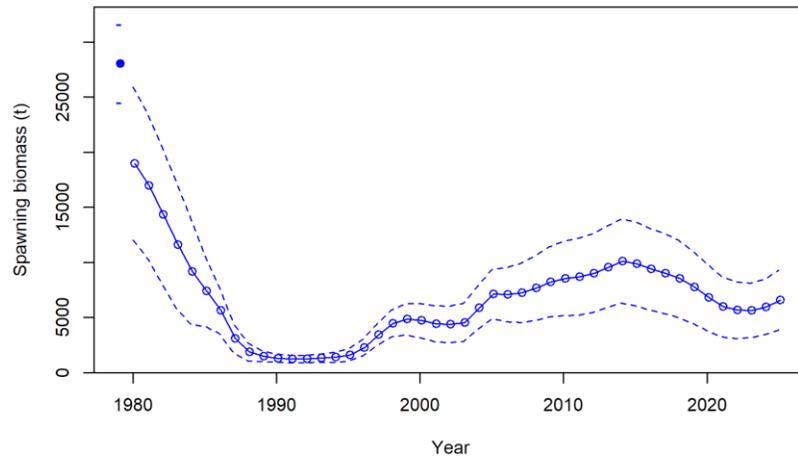


stock sud de lotte blanche (ICES, 2025)

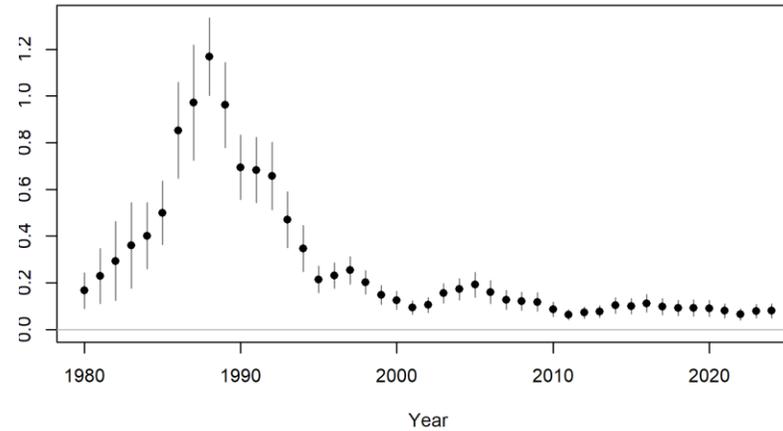
# Principaux résultats: Time series



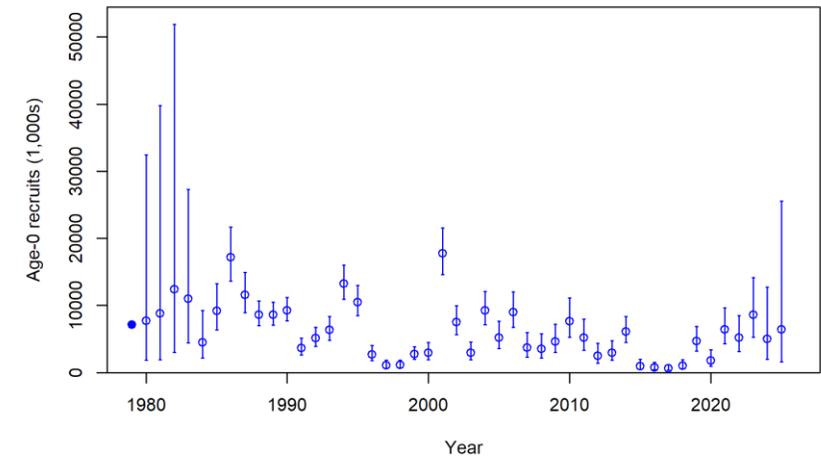
### Biomasse du stock reproducteur (SSB)



### Mortalité due à la pêche (F)



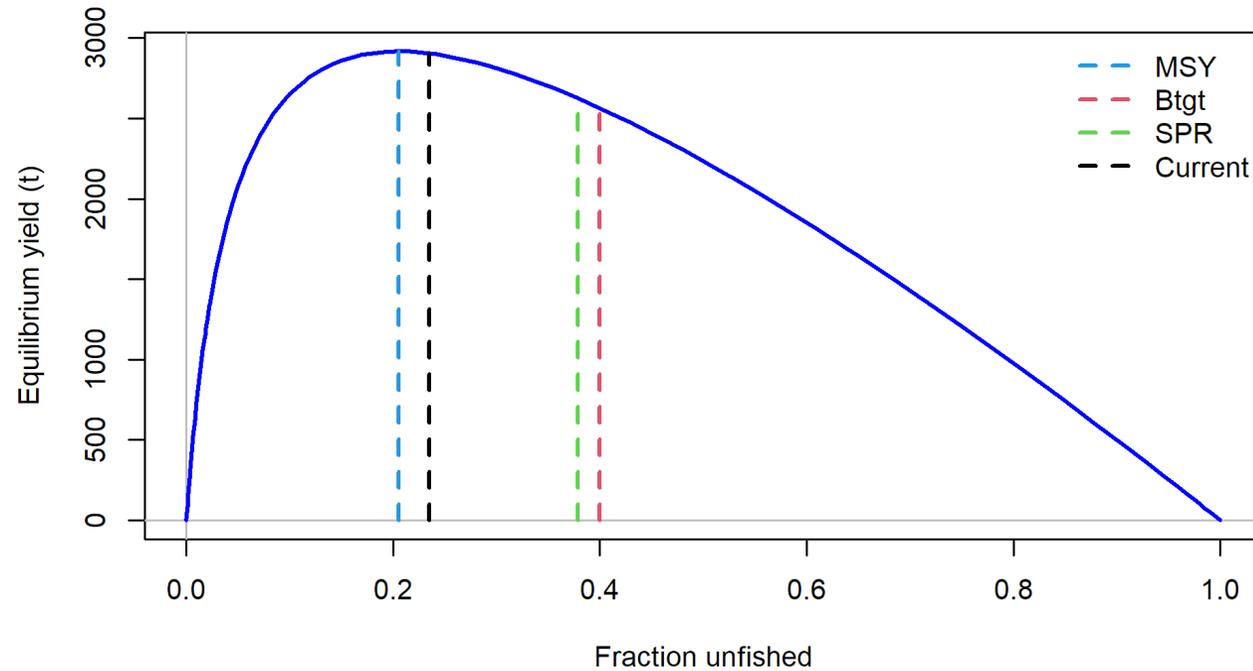
### Recrutement



# Principaux résultats



Courbe de rendement avec points de référence



# Points Clés à Retenir



- SS3 est un cadre d'évaluation intégré puissant et flexible
- Gère divers types de données et dynamiques complexes
- Fournit points de référence basés sur RMD et prévisions
- Nécessite expertise mais soutenu par forte communauté