

SYSAAF



france
naissain
ICI NAÎT LE PLAISIR,
AVEC VOUS IL GRANDIT
Naissain d'huîtres

Rapport d'activité 2023

3^{ème} partie : fiches techniques des programmes de R&D

Rapport d'activité 2023 consultable sur www.sysaaf.fr/publications www.sysaaf.fr



Table des matières

AQUA-FAANG.....	4
AQUAIMPACT	5
EISACAM.....	6
FLAVOCONTROL	7
HYPOTEMP.....	8
MEDMAX	9
NEWTECHAQUA	10
PHENOMIX.....	11
QUALITYHUITRE	12
REDOUT	13
S'STURGEON	13
CANAUSOL.....	15
CODIVTRAS	16
FERTIMAX	17
GERONIMO	18
INTAQT	19
PALMIGEL	20
PPILOW.....	21
RUFASSIGN	22
BIOSEFLY.....	23
ÿNFABRE.....	24
MAÂT	25



Aqua-FAANG

Promouvoir l'aquaculture européenne par l'annotation fonctionnelle du génome

Objectifs scientifiques :

Turbot, Bar, daurade royale, saumon atlantique, truite arc-en-ciel, carpe commune



Financier :



Porteur : Sigbjørn Lien **NBMU**
01/05/2019 – 30/04/2023 (4 ans)

Chef de projet et assistant SYSAAF :

Romain Morvezen

Contact :

romain.morvezen@inrae.fr

Partenaires : 22 dont



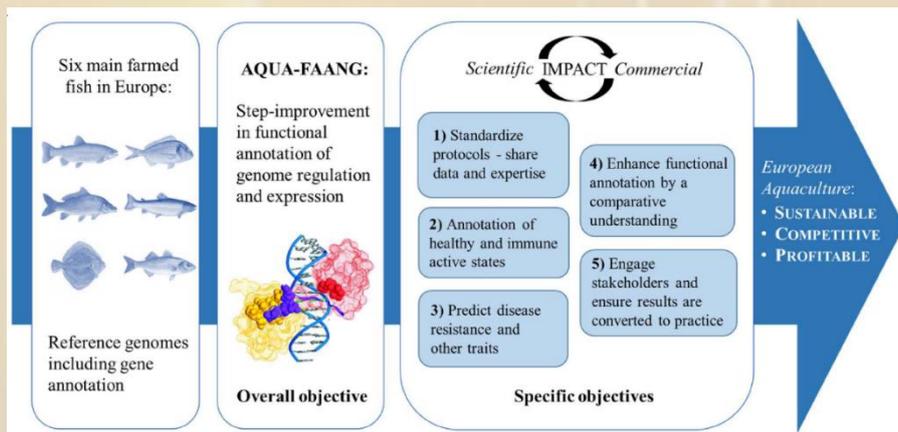
Standardiser les protocoles d'annotation fonctionnelle

Générer et interpréter les cartes d'annotation fonctionnelle pour des individus sains ou actifs immunitairement (challengés)

Prédire la résistance aux maladies et performance aux autres traits d'intérêt commercial par les cartes d'annotation fonctionnelle

Améliorer l'annotation par les comparaisons de différents génomes

Convertir les résultats en information utilisable pour le secteur de la sélection en aquaculture



Développements attendus pour les adhérents SYSAAF :

Envisager l'application de ces résultats dans les schémas de sélection

Les missions du SYSAAF
Assurer la diffusion et l'application des résultats du projet aux adhérents du SYSAAF

AquaIMPACT



Innovations génomiques et nutritionnelles pour les poissons d'élevage génétiquement supérieurs afin d'améliorer l'efficacité de l'aquaculture européenne

Saumon atlantique, truite arc-en-ciel, Porteur :
daurade royale, bar



Financier : H2020-BG-2018-2020 (Blue Partenaires : 22 dont
Growth)



01/12/2019 – 31/12/2022 (3 ans)

Chef de projet SYSAAF :

Pierrick Haffray

Contact :

pierrick.haffray@inrae.fr

Objectifs scientifiques :

Démontrer et valider de nouvelles techniques de sélection génomique et de stratégies nutritionnelles pour améliorer l'aquaculture européenne en minimisant l'impact environnemental

Renforcer les programmes de sélection aquacole grâce à la sélection génomique (efficacité alimentaire, résistance aux maladies. Evaluer les interactions GxE (cage/bassin)

Tester des nouvelles stratégies nutritionnelles personnalisées pour un poisson plus robuste, sain, nutritif et économe en ressources

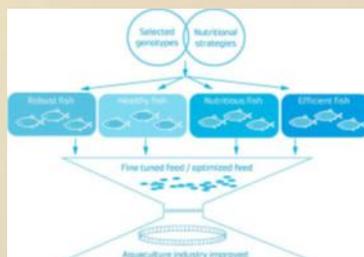
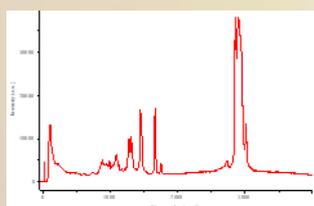
Réduire l'impact environnemental (mesure d'indicateurs environnemental)

Les retombées pour les sélectionneurs :

Prédiction de la teneur en oméga 3 chez la Daurade

Les missions du SYSAAF

- Estimation des paramètres génétiques des teneurs en acides gras (prédiction de la teneur en AGLPI n-3 par spectrométrie vibrationnelle de type Raman) chez la daurade
- - Interactions GxE chez le bar
- - Embauche d'un CDD pour traitement de donnée sur la plateforme SIR-ScanMat (CNRS)



EISACam

Développement d'écloseries et de recherches pour une intensification écologique de l'aquaculture au Cambodge



Budget total : 4 171 450 USD
Budget SYSAAF : 56 083 €
Financier : Union Européenne via l'AFD



15/11/2022 – 31/12/2023 avec prolongation en cours de demande

La traversée du Cambodge par le Mékong et sa situation privilégiée de plaine à riz et de rizi-pisciculture en font une zone potentielle de développement aquacole supérieure en capacité à celle de l'estuaire du Mékong au Vietnam.

Avec une production de l'ordre de 200 000 T en 2017 et 350 000 T en 2021, le Cambodge investit dans ce secteur, la pêche et l'aquaculture représentant la source de protéines la plus importante dans l'alimentation. Plus d'une vingtaine d'espèces sont en cours d'élevage. Une part encore très importante des juvéniles est collectée dans le Mékong et le Tonlé Sap.

Le projet EISACam, porté par l'IRD et soutenu par l'EU via l'AFD, vise à soutenir des actions de développement des écloseries et des pratiques durables face au réchauffement climatique incluant des pratiques hygiéniques et sanitaires (ANSES), l'utilisation d'aliments artificiels dans une économie circulaire (IRD INRAE), l'appui au développement villageois (APDRA) et la maîtrise de cycles de reproduction (IRD, Université de Lorraine) pour la domestication et la sélection.

Le SYSAAF intervient en partenariat avec l'INRAE dans le design de 6 programmes de sélection de 4 espèces locales et 2 espèces introduites :

- En auditant les installations et les pratiques des structures expérimentales

Porteur :



Partenaires :



IRD, SYSAAF,
INRAE, APDRA,
ANSES, Université
Lorraine,
International Rice
Research Institut,
Station de Cercetare
(R), Université
Wageningen (NL)

Chef de projet et Assistant SYSAAF :
Pierrick Haffray, Mathieu Besson

Contact :
pierick.haffray@inrae.fr

NARDI et FARDeC du FiA (Fisheries Administration)

- En proposant des programmes de sélection génétique adaptés aux possibilités techniques et économiques de l'administration cambodgienne
- En formant le personnel de ces 2 stations de recherche
- En participant à la définition d'une stratégie de développement de l'amélioration génétique au Cambodge
- En participant à la rédaction d'un manuel appliqué en khmer et en anglais.

Les applications finalisées potentielles :

- 1) Initiation d'un partenariat avec le Cambodge et des entreprises
- 2) Veille technologique sur des espèces non européennes et un pays aquacole prometteur.

Les missions du SYSAAF

- Définir et initier des programmes de sélection chez 6 espèces
- Améliorer les pratiques génétiques aquacoles Cambodgiennes

Flavocontrol

Dispositif d'infectiologie au service de l'innovation dans le contrôle de la flavobactériose

Oncorhynchus mykiss



Budget total : **601 374,26€**
Budget SYSAAF : **25 026,63€**
Financier : **FEAMP**



Porteur :
INRAE

Partenaires :



Chef de projet et Assistant SYSAAF:
Yoannah FRANCOIS, Pierrick HAFFRAY

Contact :
yoannah.francois@inrae.fr

01/07/2021 – 28/02/2023 (20 mois)

Le but de ce projet est de développer un dispositif permettant la réalisation des infections expérimentales contrôlées par *Flavobacterium Psychrophylum* à des fins de phénotypage génétique, et d'établir une preuve de concept qui permettrait d'ouvrir les portes à d'autres disciplines

Ce travail permettra 1) d'évaluer l'impact de différents génotypes de Flavo issus des adhérents sur la résistance de truites isogéniques, 2) d'optimiser les protocoles de challenges à de grands effectifs -- contamination / baignation, 3) d'évaluer la résistance de différentes souches commerciales françaises, 4) d'estimer les paramètres génétiques de ce caractère de résistance en conditions contrôlées.

Le SYSAAF intervient dans le projet en tant que partenaire. Il interviendra dans l'évaluation de la résistance des populations commerciales à la flavobactériose :

- En mettant à disposition des œufs de truites issus de populations commerciales,

- En assurant l'archivage des données de performances et de génotypage des animaux des entreprises de sélection
- En participant à la valorisation, et à la diffusion des résultats.

Les applications finalisées potentielles :

- 3) Permettre l'évaluation de la résistance à la flavobactériose chez les populations commerciales
- 4) Permettre la réalisation « en routine » d'épreuves infectieuses contrôlées à visée de sélection à l'IERP
- 5) Intégrer ce caractère dans les programmes de sélection des adhérents.

Les missions du SYSAAF

- Accompagner les entreprises pour développer cette thématique
- Participer à la valorisation, à la communication des résultats de ce projet

HypoTemp

Sélection pour des truites arc-en-ciel robustes, résistant mieux aux variations des conditions de milieu (hypoxie et température)

*La truite arc-en-ciel **Oncorhynchus***
Truite arc-en-ciel *Oncorhynchus mykiss*



Budget total : 1 130 089.74 €
Financier : FEAMP 2019,



1^{er} mars 2020 – 1^{er} mars 2023 (36 mois)

mykiss : une espèce d'eau froide sensible aux variations des conditions de milieu liées au changement climatique global.

L'objectif général du projet HypoTemp est d'étudier le déterminisme génétique et les possibilités de sélection de la résistance aux stress hypoxiques et hyperthermiques chez la truite arc-en-ciel. Cette espèce piscicole est en effet sensible au changement climatique global susceptible d'induire des dégradations des taux d'oxygène et de la température, autant en valeur absolue qu'en amplitude des fluctuations autour de la valeur moyenne. Ces dégradations des conditions thermiques et d'oxygénation, induites notamment par le changement climatique, sont à l'origine de problématiques telles que l'augmentation de la

mortalité, l'augmentation des pressions pathogènes, la

Porteur :

INRAE

Partenaires :



Chef de projet et Assistant SYSAAF :
Pierre PATRICE / Yoannah FRANCOIS
Contact :
pierre.patrice@INRAE.fr
yoannah.francois@INRAE.fr

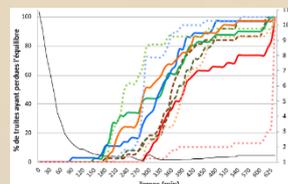
diminution de l'ingéré, et des pertes de croissance. Des solutions techniques existent pour gérer ces paramètres de qualité d'eau, cependant elles sont coûteuses et fortement énergivores.

Les retombées pour les sélectionneurs :

Obtenir des poissons sélectionnés génétiquement sur leur robustesse à partir de challenges hypoxiques et hyperthermiques constitue ainsi une alternative intéressante. Ces poissons obtenus par sélection pourraient en effet être diffusés dans toutes les piscicultures, y compris celles qui ne disposent pas des moyens techniques pour lutter contre les variations de milieu. Cela permettrait donc aux entreprises d'être moins dépendantes aux conditions de milieu et d'être plus résilientes face au changement climatique.

Les missions du SYSAAF

- Coordonner l'élevage de poissons par les trois entreprises de sélection
- Réaliser les challenges thermiques et hypoxiques sur les populations des sélectionneurs
- Participer à l'estimation des paramètres génétiques des caractères de robustesse et leurs corrélations avec les caractères de production
- Participer à la diffusion des résultats



Bassin thermo-régulé

MedMax

Maximisation de la résistance génétique aux pathogènes chez une espèce Méditerranéenne, le bar

Budget total ≈ 480 000 €
Budget SYSAAF ≈ 80 000 €
Financeur : FEAMP - Union européenne
Durée : 1,5 ans
Date de fin : 01/2023

Chef de projet et assistant SYSAAF : Mathieu BESSON, Yoannah FRANCOIS.

Contact : mathieu.besson@inrae.fr

Porteur :
Partenaires :



Objectifs du projet :

Le projet MedMax a pour but d'améliorer de façon opérationnelle le développement de lignées commerciales de bars résistantes à deux pathogènes majeurs (Virus de l'Encéphalopathie et de la Rétinopathie ou Nodavirus ; Vibrio harveyi).

Pour cela, nous allons évaluer précisément les gains de survie obtenus après une génération de sélection. Ensuite, nous proposerons des moyens de communiquer efficacement sur ces gains en fonction des situations rencontrées chez les clients des écloseries. Enfin, nous évaluerons, avec des données réelles, l'efficacité de différentes méthodes de sélection utilisées (ou utilisables) par les sélectionneurs (sélection familiale, sélection génomique, sélection assistée par marqueurs, utilisation de la séquence complète).

Ce projet fait suite aux projets FEAMP Gènesea et aux projets H2020 PerformFISH et AquaIMPACT qui ont démontré la faisabilité de la sélection pour la résistance à ces pathogènes en environnement opérationnel (populations gérées par les sélectionneurs français).

Rôle du SYSAAF :

Dans ce projet, le SYSAAF participera d'abord à l'évaluation de la réponse à la sélection en

réalisant les challenges infectieux expérimentaux au sein de la plateforme collaborative ANSES-SYSAAF « Fortior Genetics » et en analysant les données. Ensuite, nous participerons en collaboration avec L'Ifremer et L'INRAE, aux évaluations génétiques qui permettront de comparer l'efficacité des méthodes de sélection. Finalement, le SYSAAF développera l'outil de prédiction des gains obtenus en collaboration avec L'INRAE.

Les retombées du projet :

Au SYSAAF, le projet nous permettra d'optimiser les programmes de sélections incluant des critères de résistances aux pathogènes grâce au développement de l'outil de prédiction des gains génétiques obtenus.

Valorisations envisagées :

- Découverte de QTL
- Outil d'estimation de réponse à la sélection
- Publications

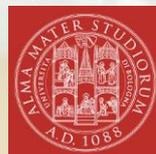
NewTechAqua

New technologies, Tools and Strategies for a Sustainable, Resilient and Innovative European Aquaculture

Huitre creuse *Crassostrea gigas*



Porteur : Université de Bologne, Italie.



Partenaires :

Budget total : 6 000 000€

Financier : EU H2020 grant (No 862658)



1^{er} janvier 2020 – 31 décembre 2023 (48 mois)

Chef de projet et Assistant SYSAAF :

Romain MORVEZEN/ Pierrick HAFFRAY

Contact :

romain.morvezen@INRAE.fr

pierrick.haffray@INRAE.fr



Consiglio Nazionale
delle Ricerche

Le principal objectif du projet NewTechAqua est d'étendre et de diversifier la production aquacole européenne de poissons, de mollusques et de microalgues en développant et en validant des applications technologiquement avancées, résistantes et durables.

Le SYSAAF est impliqué dans la partie résistance aux pathogènes des mollusques. Trois challenges sont envisagés sur les familles expérimentales de l'Ifremer : un challenge OsHV-1, un challenge *Vibrio aesturianus*, et une co-infection par les deux pathogènes. Ces

expérimentations permettront de mieux comprendre les bases génétiques de la résistance aux pathogènes chez les mollusques.

Les retombées pour les sélectionneurs :

A l'issue du projet, les partenaires de la filière ostréicole disposeront d'une avancée substantielle quant à la connaissance des mécanismes de la co-infection, et des paramètres génétiques associés. Ces informations seront transférées aux sélectionneurs ostréicoles pour adapter les programmes de sélection.

Les missions du SYSAAF

- Accompagner son partenaire l'Ifremer dans le design et l'exploitation d'un challenge de co-infection OsHV-1 et *Vibrio aesturianus*
- Comprendre les bases génétiques de la de la résistance à la co-infection
- Transférer les résultats d'un tel challenge aux sélectionneurs ostréicoles

Phénomix

Truite arc-en-ciel *Oncorhynchus mykiss*
Daurade royale *Sparus aurata*
Huitre creuse *Crassostrea gigas*



Budget total : 671 135,59 €
Financier : FEAMP



Porteur :



Partenaires :



Chef de projet et Assistant SYSAAF :
Sophie Brard-Fudulea/ Florian Enez

Contact :
sophie.brard-fudulea@INRAE.fr
florian.enez@INRAE.fr

1^{er} janvier 2020 – 31 décembre 2022 (36 mois)

Sélection phénotypique chez les espèces aquacoles

La sélection phénotypique : une alternative à la sélection génomique ?

Le passage à la sélection génomique est en cours dans plusieurs espèces aquacoles (truite arc-en-ciel, bar, daurade, huitre creuse et crevette à patte blanche), afin d'améliorer la précision des évaluations génétiques pour des caractères non mesurables sur les candidats à la sélection. Sur des espèces végétales, il a été montré que des matrices de ressemblances calculées sur la base de données de spectroscopie pouvaient donner dans des évaluations génétiques des résultats aussi précis que des matrices de ressemblance génomique basées sur des marqueurs SNP. L'objectif de Phénomix est de valoriser des données de spectroscopie acquises sur trois

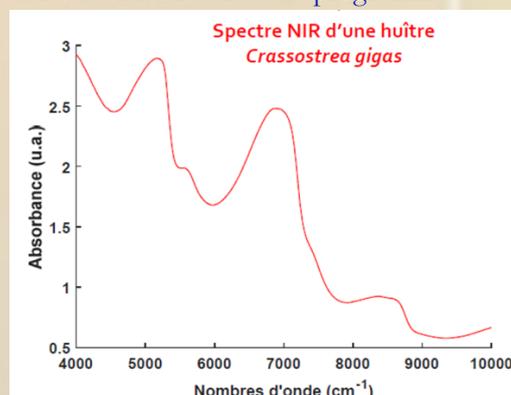
espèces aquacoles pour vérifier si la sélection phénotypique, moins coûteuse que la sélection génomique, pourrait fonctionner sur ces espèces. Un jeu de données existant sur la truite sera complété par le phénotypage de la génération suivante, afin de tester la possibilité de combiner dans une même analyse des spectres acquis sur différentes générations.

Les retombées pour les sélectionneurs :

A l'issue de Phénomix, les sélectionneurs du SYSAAF sauront si la sélection phénotypique peut être envisagée comme une alternative à la sélection génomique ou non, et de premiers éléments seront disponibles sur les conditions d'utilisation future des spectres (mono-génération ou inter-génération, spectres NIRS ou RAMAN, prise de spectre sur le gras ou le muscle). Une journée technique sera organisée pour restituer les résultats du programme.

Les missions du SYSAAF

- Coordination du projet
- Réalisation des analyses de spectroscopie
- Recrutement-encadrement du post-doc qui réalisera les analyses de sélection phénotypique
- Gestion des interactions pour la mise à disposition des données
- Valorisation des résultats et organisation d'une journée technique sur l'utilisation de la spectroscopie vibrationnelle



QualityHuitre

Sélection génomique pour l'amélioration de la qualité de l'huître

Huitre creuse *Crassostrea gigas*



Porteur :



SYSAAF

Budget total : 494 795 €

Financier : FEAMP



Partenaires :



1^{er} janvier 2019 – 30 juin 2023

Chef de projet et Assistant SYSAAF :
Romain Morvezen/ Florian Enez

Contact :

Romain.morvezen@inrae.fr

florian.enez@inrae.fr

Rôle du SYSAAF :

- Coordinateur du projet
- Organisation des chantiers de mesure
- Co encadrement avec l'Ifremer d'un(e) doctorant(e) CIFRE pour l'analyse des résultats

Objectifs scientifiques :

- Nouvelles méthodes de phénotypage
- IRM comme prédicteur du sexe (validation d'une technique déjà existante)
- IRM comme prédicteur du rendement en chair
- Spectro (NIR ; Raman) pour la mesure des teneurs en lipides, protéines et glycogène
- Intérêt de la génomique pour la sélection ostréicole, sur ces caractères (et les caractères classiques)

Développements attendus pour les adhérents SYSAAF :

- Étude sur la possibilité de sélection sur de nouveaux caractères
- Évaluation des potentialités de la sélection génomique chez l'huître



RedOUT

Maîtrise du développement du muscle rouge chez la truite arc-en-ciel (*Oncorhynchus mykiss*)

Truite arc-en-ciel *Oncorhynchus mykiss*



Budget total : 641 584,73 €

Financier : FEAMP



1^{er} janvier 2020 – 31 décembre 2022 (36 mois)

Porteur : **INRAE**

Partenaire : **aqualande** 
SYSAAF

Chef de projet et Assistant SYSAAF :
Florian ENEZ / Pierre PATRICE

Contact :
florian.enez@INRAE.fr
pierre.patrice@INRAE.fr

Maîtriser le développement du muscle rouge chez la truite arc-en-ciel pour réduire son impact sur les produits fumés.

La production de truite arc en ciel en France s'oriente de plus en plus vers des poissons de grande taille destinés à la fumaison. La présence du muscle rouge, facilement repérable par sa couleur brune, est fortement préjudiciable pour la vente. Outre l'aspect visuel, le muscle rouge riche à des défauts de flaveur. C'est pourquoi certains cahiers des charges imposent aux transformateurs d'éliminer ce muscle, entraînant une perte en matière première et donc une perte économique. La caractérisation du muscle rouge doit permettre de mieux appréhender les mécanismes liés à sa croissance, son rôle vis-à-vis des capacités natatoires de l'animal et les facteurs génétiques de son développement. Ces résultats apporteront des éléments

indispensables pour la mise en place d'une sélection afin de réduire l'impact économique du muscle rouge pour les producteurs et les transformateurs.

Les retombées pour les sélectionneurs :

Les conséquences potentielles d'une diminution des capacités natatoires seront étudiées et les paramètres génétiques associés à la proportion de muscle rouge seront évalués. Des méthodes de mesure non létales de ce muscle seront également mises en place au cours du projet. Ces résultats permettront d'envisager l'introduction de ce caractère comme un objectif de sélection dans les programmes des entreprises françaises et ainsi limiter son impact économique.

Les missions du SYSAAF

- Développer une méthode de mesure non létale du muscle rouge par ultrason
- Estimer les paramètres génétiques de la proportion de muscle rouge



Darne de truite

S'STURGEON

Développement d'outils et de stratégies de sélection génomique pour l'amélioration de la filière caviar d'esturgeon en France

Esturgeon du Danube *Acipenser Gueldenstaedtii*
Esturgeon Sibérien *Acipenser Baerii*



Budget total : 672 029 €
Financier : FEAMP



Porteur : 

Partenaire :  

Chef de projet : Mathieu BESSON

Contact :
mathieu.besson@INRAE.fr

1^{er} décembre 2018 – 30 juin 2023

Objectifs scientifiques :

Analyse et séquençage du génome d'une espèce polyploïde : l'Esturgeon du Danube (*A. gueldenstaedtii*)

Développement d'une puce génomique 600k marqueurs et bi-espèce (*A. gueldenstaedtii* et *A. baerii* [ressources génomiques issues du projet FEAMP SiberSex])

Mise en place et développement de la sélection génomique chez deux espèces d'esturgeons (*A. gueldenstaedtii* et *A. baerii*)

Rôle du SYSAAF :

Collecte et phénotypage du matériel animal,
Validation et optimisation de la sélection génomique,
Transfert à la profession.



CanAuSol

Mise au point d'outils d'assignation de parenté et étude de la faisabilité de la reproduction au sol des lignées pures sélectionnées pour l'amélioration génétique de la production de foie gras par le mulard

Canard Barbarie *Cairina moschata*
Canard Pékin *Anas platyrhynchos*



Budget total : 85 924 €
Budget SYSAAF : 17 496,87€
Financier : CIFOG



01/01/2023 – 31/01/2024 **prolongé** au
31/01/2025 (12 mois)

Porteur :



Partenaires :



Chef de projet et assistant SYSAAF :
Marie-Agnès BERGEOT, Sophie Brard-Fudulea

Contact :

marie-agnes.bergeot@inrae.fr; sophie.brard-fudulea@inrae.fr

Le but de ce projet est d'anticiper la potentielle fin de l'utilisation des cages au niveau de la reproduction des lignées pures de canards Barbarie et Pékin en sélection permettant l'amélioration génétique du mulard producteur de foie gras.

Ce travail permettra :

- 1) de mettre au point les outils d'assignation de parenté pour les lignées pures Pékin et Barbarie ;
- 2) d'étudier la contribution des reproducteurs dans la descendance sur différentes tailles de parquets de reproduction au sol (le nombre d'animaux et le sex-ratio), intra-lignée pure ;
- 3) d'avoir une première estimation des taux comparés de succès de fertilité des animaux reproduits en cages ou au sol.

Les retombées pour les sélectionneurs :

- Disponibilité de panels d'assignation de parenté adaptés à leurs lignées pures,
- Premiers éléments sur les conditions de faisabilité de la reproduction au sol,
- Premières informations sur les conséquences du passage à la reproduction au sol en termes de contribution des reproducteurs et de fertilité par rapport à la cage.

Les missions du SYSAAF

- Coordination du projet
- Mise à disposition des amorces d'AsParCan
- Construction des panels d'assignation de parenté
- Réalisation des assignations de parenté
- Analyse des contributions des reproducteurs
- Comparaison des résultats de reproduction entre sol et cage

CoDivTras

Analyse de la diversité génétique et des traces de sélection dans les filières avicoles chair et œuf.

Gallus gallus



Budget total : **3 600 €**
Budget SYSAAF : _
Financier : **GIS Avenir Elevage**



01/01/2023 – 30/06/2023

Dans la filière avicole, les objectifs de production de viandes ou d'œufs ont conduit à la sélection de lignées spécialisées et hautement productives pour la croissance musculaire ou pour l'intensité du processus reproductif (production d'œuf).

Cette hyperspécialisation s'est accompagnée d'une diminution de capacité reproductrice dans les lignées chair et d'une dévalorisation de la carcasse dans les lignées ponte.

Actuellement, diverses alternatives sont proposées à ces lignées, parmi lesquelles l'utilisation de lignées à double finalité chair et ponte.

Cependant, les performances de croissance ou l'efficacité alimentaire des lignées commerciales actuellement affichées double finalité sont encore inférieures à celles des lignées commerciales de type « chair ». De même, ces lignées à double finalité pondent moins d'œufs et des œufs de plus petit calibre et consomment plus sur une période de ponte donnée que les lignées commerciales de type « ponte ».

L'identification de régions génomiques soumises à la sélection est un élément clé pour une meilleure compréhension des mécanismes biologiques ayant conduit à la spécialisation des lignées.

Ces traces de sélection pourraient s'avérer utiles pour le développement de lignées à double finalité plus efficaces et correspondant à la demande sociétale de développement d'une agriculture

Porteur :



Partenaires :



Chef de projet SYSAAF:
Sophie Brard-Fudulea

Contact :

sophie.brard-fudulea@inrae.fr

— durable et plus respectueuse de l'éthique et du bien-être animal.

En s'appuyant sur des données de séquençage ou de génotypage haut débit disponibles dans les bases de données et provenant de lignées sélectionnées pour la ponte ou pour la chair, l'objectif du stage est :

- **d'identifier des régions du génome soumises à la sélection** (analyses de fréquences haplotypiques ou de ROH) **dans les deux types de lignée (chair / ponte),**
- **d'identifier des haplotypes favorables** pour ces deux types de production et, en s'appuyant sur l'annotation des génomes et sur les bases de connaissances fonctionnelles, de les caractériser fonctionnellement.

Les applications finalisées potentielles :

Le principal résultat attendu est **l'identification d'haplotypes spécifiques et favorables à la production d'œufs ou de viande.**

Ces connaissances devraient permettre, à terme, le développement ou l'amélioration génétique de lignées à double fin

Les missions du SYSAAF

- Participer au suivi bi-mensuel du stage et aux réflexions autour des résultats

Fertimax

Développement d'un nouvel outil pour évaluer et prédire la fertilité des coqs

Gallus gallus



Porteur :
INRAE

Partenaires :



Budget total : **200,000€**
Budget SYSAAF : **36,010€**
Financier : **Carnot, France Futur élevage**

Chef de projet et Assistant SYSAAF:
Maxime Reverchon, Michel Sourdioux

Contact :
maxime.reverchon@inrae.fr



11/12/2022 – 20/12/2025 (36 mois)

Récemment, nous avons montré que la technique d'Intact Cell MALDI-TOF Mass Spectrometry (ICM-MS), une approche de protéomique applicable directement aux spermatozoïdes, est capable de diagnostiquer la fertilité des coqs, en conditions expérimentales.

Ce projet vise à évaluer la faisabilité et la pertinence de cette stratégie, que nous sommes les seuls à développer dans le monde, en conditions d'élevage. A partir de la plus large cohorte de poulets reproducteurs actuellement disponibles chez les sélectionneurs français, des données sur la qualité de semence, sur la fertilité mais aussi les profils protéomiques de spermatozoïdes seront acquises. Ces données seront utilisées pour développer et tester des algorithmes mathématiques afin de discriminer les individus sur leur fertilité mais également de prédire leur potentiel reproducteur depuis le plus jeune âge. Avec FERTIMAX, un nouveau test diagnostique devrait être finalisé et validé en conditions d'élevage, en vue de déposer une licence permettant le développement potentiel d'une start-up spécialisée dans le phénotypage protéomique, et de proposer cette solution à l'ensemble de la filière mondiale.

Le SYSAAF intervient dans le projet en tant que partenaire. Il interviendra dans l'échantillonnage de la semence de coqs, la mise en place des tests de fertilités, la définition du stade de la mortalité embryonnaire et l'analyse des résultats

Les applications finalisées potentielles :

- 1) Avoir un test fiable prédicteur de la fertilité des mâles utilisés pour la reproduction des cheptels
- 2) Intégrer cette caractérisation de la semence dans les programmes de sélection des adhérents.

Les missions du SYSAAF

- Réaliser l'échantillonnage de semence de coqs
- Mise en place des tests de fertilités et analyse de la mortalité embryonnaire
- Participer à la valorisation, à la communication des résultats de ce projet

Genome and Epigenome eNabled breeding in MOnogastrics

Gallus gallus ; Sus domesticus



Budget total : 7 065 713,25€
Budget SYSAAF : 177 076€
Financier : Union européenne



01/06/2021 – 31/05/2026 (5 ans)

Ce projet européen vise à utiliser les récents développements des techniques « -omiques » afin de revoir et d'optimiser les schémas classiques d'amélioration génétique chez la poule et le porc. Ce travail s'articule autour de trois points principaux, 1) l'identification des mécanismes biologiques influençant la variabilité des caractères de production, 2) améliorer les stratégies de sélection par l'incorporation de nouveaux facteurs génétiques et non-génétiques, 3) proposer de nouvelles stratégies de gestion de la diversité génétique et épigénétique.

Différents aspects seront couverts par le SYSAAF à l'intérieur du *work-package* III du projet. Ainsi, le SYSAAF participera à l'élaboration d'un questionnaire visant à dresser l'état des lieux de la gestion génétique des races locales de poules à l'échelle européenne.

La plateforme ScanMAT sera mise à contribution dans le cadre du développement d'un outil faisant appel à la spectroscopie proche infrarouge pour prédire la composition lipidique du jaune d'œuf.

Les résultats obtenus sur la gestion génétique *in situ* de la race Noire de Challans seront valorisés à l'intérieur de GERONIMO.

Enfin, le SYSAAF co-encadrera une thèse CIFRE avec l'INRAE visant à croiser les patrons de

Porteur :
INRAE (Institut National de Recherche pour l'Agriculture, l'Alimentation et l'Environnement)

Partenaires :



Chef de projet et Assistant SYSAAF:
Romuald ROUGER, Sophie BRARD-FUDULEA

Contact :
romuald.rouger@inrae.fr

diversité génétique et épigénétique rencontrés chez les races locales.

Les retombées du projet :

Le SYSAAF considère la gestion de la diversité génétique des races locales comme l'un de ses axes développement. L'implication dans ce projet permettra d'identifier les besoins et les interlocuteurs de la thématique. Les outils développés dans le cadre de GERONIMO pourront être mis en place chez n'importe quelle race locale ou commerciale. De plus, la diversité épigénétique sera un thème abordé directement pour la première fois au SYSAAF.

Les missions du SYSAAF

- Diffusion du questionnaire
- Récolte d'échantillons pour la spectroscopie et l'étude de la diversité (épi-)génétique.
- Construction d'une méthode de gestion génétique *in situ* d'une race locale.
- Co-encadrement d'une thèse CIFRE sur l'étude de la diversité (épi-)génétique.

INTAQT

Innovative Tools for Assessment and Authentication of chicken meat, beef and dairy products QualiTies

Gallus gallus ; Bos Taurus



Budget total : 6 126 650,50€

Budget SYSAAF : 19 375€

Financier : Union européenne



01/06/2021 – 31/05/2026 (5 ans)

Le but de ce projet est d'étudier le lien entre la qualité des produits et leurs conditions de production chez les poulets et les bovins. Ce travail s'articule autour de quatre axes successifs : 1) comprendre l'impact des conditions d'élevage sur la qualité intrinsèque des produits, 2) mettre en évidence des indicateurs permettant de qualifier la qualité intrinsèque d'un produit, 3) développer des outils garantissant l'authentification de produits sous label de qualité, 4) promouvoir les systèmes d'élevage vertueux en ce qui concerne les qualités intrinsèques des produits.

Le SYSAAF intervient dans ce projet en tant que prestataire de l'INRAE dans le *work-package* IV. Ce *work-package* est attaché à la production d'outils exploitant des approches « -omiques » en vue de qualifier et d'authentifier le système d'élevage et/ou la qualité des produits (spectrométrie, métabolomique, génomique). La tâche du SYSAAF à l'intérieur de ce *work-package* sera de valoriser son expertise en génétique des populations afin de développer un outil moléculaire et une méthodologie statistique permettant de contrôler le génotype des animaux à l'origine des produits sous label de qualité (e.g. label rouge). Des approches d'assignation à la

Porteur :

INRAE

Partenaires :



Chef de projet et Assistant SYSAAF:

Romuald ROUGER, Sophie BRARD-FUDULEA

Contact :

romuald.rouger@inrae.fr

population développé dans le projet passé Hybridation Cailles seront adaptés à ce projet en particulier. Des interactions avec l'*Agriculture and Food Development Authority* (TEAGASC, Irlande) sont prévues dans le cadre de cette mission.

Les retombées du projet :

Un outil de contrôle des génotypes utilisés en production label rouge sera développé. L'utilisation de cet outil en tant que moyen de traçabilité des produits par les adhérents du SYSAAF ou les pouvoirs publics est envisageable.

Les missions du SYSAAF

- Coordination de la collecte d'échantillons
- Encadrement d'un post-doctorat pour le développement de l'outil d'authentification

intaqt
one quality

Palmigel

Mise au point d'un protocole de cryopréservation de la semence de canard de pékin et barbarie.

Canard Pékin : *Anas platyrhynchos*

Canard de barbarie : *Cairina moschata*



Budget total : 9990€

Budget SYSAAF : 9990€

Financier : **CIFOG**

01/04/2023 – 31/12/2024 (24 mois)

Face à la crise de l'influenza aviaire en France et en Europe, il est crucial de sécuriser les lignées génétiques des sélectionneurs avicoles pour garantir l'approvisionnement en canetons. L'influenza aviaire est une maladie virale très contagieuse, affectant toutes les espèces d'oiseaux, domestiques ou sauvages. En 2021-2022, la France a connu de nombreux foyers de cette maladie, mettant en péril les cheptels de palmipèdes parentaux utilisés pour produire des canetons.

Pour protéger ce patrimoine génétique acquis après des années de sélection, des solutions d'urgence ont été mises en place, telles que le transfert d'œufs fécondés vers des sites non contaminés. Cependant, ces mesures ne sont pas durables. Ainsi, un projet de recherche a été lancé pour développer un protocole de cryopréservation de la semence de palmipèdes, incluant le canard pékin et le canard de barbarie.

Des essais antérieurs de congélation/décongélation de semence ont montré des taux de fertilité de 68%, mais les protocoles exacts ont été partiellement perdus. Le projet Palmigel vise à restaurer ces protocoles en testant différents dilueurs et

Porteur :

INRAE

Partenaires :

Orvia
HÉRÉDITÉ & PERFORMANCE

Chef de projet et Assistant SYSAAF:

Maxime Reverchon

Contact :

maxime.reverchon@inrae.fr

cryoprotecteurs. Le SYSAAF sauvegardera ces protocoles sur un serveur sécurisé et formera du personnel chez les partenaires (INRAE, PEAT, Artiguère, Orvia).

Ce projet garantira la sauvegarde et la sécurisation des lignées parentales et grand-parentales des sélectionneurs de palmipèdes en cas de nouvelle crise sanitaire, assurant ainsi la continuité de l'approvisionnement en canetons.

Les applications finalisées potentielles :

Un protocole de cryopréservation de la semence de palmipède.

Les missions du SYSAAF

- Organiser les essais de congélations de la semence suivi d'IA
- Comparer les protocoles pour optimiser les résultats de fertilité
- Sauvegarder et diffuser les protocoles de cryopréservation de la semence de palmipèdes

Ppilow

Poultry and pig low-input and organic production system's welfare. Le bien-être des volailles et du porc dans le système de production

Gallus gallus



Budget total : €

Financier :



1^{er} sept. 2019 – 1^{er} sept. 2022 (36 mois)

Porteur : **INRAE**

Partenaire :



Chef de projet :

Maxime Reverchon

Contact :

Maxime.reverchon@INRAE.fr

bio.

Rôle du SYSAAF : Le SYSAAF fédère les professionnels de la sélection de poule pondeuse et les représente dans le consortium de PPILOW. En outre, le SYSAAF contribue activement aux travaux de recherche du Work Package N° 5 et pilote la tâche N° 5.2 portant sur l'évaluation du potentiel de production des croisements à double objectif dans des environnements différents en vue d'explorer de nouvelles voies de valorisation des poussins mâles d'un jour issus de la filière ponte.

Objectifs scientifiques :

- Identifier les obstacles au bien-être des volailles et des porcs élevés en plein air biologiques et à faibles intrants
- Co-crée, avec les utilisateurs finaux, des stratégies et des techniques innovantes de sélection, et d'élevage

- Tester expérimentalement et sur le terrain le potentiel des innovations identifiées
- Réaliser des analyses multicritères de la sélection la plus prometteuse

Développements attendus pour les adhérents SYSAAF :

- Un inventaire des pratiques d'élevage en plein air et avec faibles intrants
- Les attentes des citoyens en ce qui concerne le concept du « bien-être unique »
- Nouvelles connaissances sur les capacités d'adaptation de la volaille et des porcs et sur les effets de l'interaction entre la génétique et l'environnement pour améliorer le bien-être, l'utilisation optimale de l'espace extérieur et éviter les mutilations et les comportements nuisibles.



RufAssign

Développement de la reproduction en volière des cheptels de perdrix en sélection (*Alectoris rufa* et *Perdix perdix*): optimisation des conditions d'élevage des reproducteurs et mise au point des outils moléculaires de suivi du pedigree

Perdrix rouge *Alectoris rufa*
Perdrix grise *Perdix perdix*



Budget total : 90 671€

Financier : Région des Pays de la Loire



23 novembre 2020 – 31 décembre 2022 (25 mois)

Garantir l'enregistrement du pedigree et la conservation de la variabilité génétique tout en répondant aux attentes sociétales

La gestion de la diversité et l'amélioration des populations de perdrix rouge et de perdrix grise nécessitent de réaliser le suivi du pedigree des animaux, via l'élevage des reproducteurs en couples séparés placés en cages. Ce mode d'hébergement ne correspond plus aux attentes de la société en matière de bien-être animal. L'alternative à la cage consiste à élever les reproducteurs en groupe, en volières. Dans ce mode d'élevage, le comportement reproducteur de la perdrix est méconnu, et il est actuellement impossible de suivre la généalogie des perdreaux. L'objectif de RufAssign est de définir les conditions possibles d'élevage en groupe des reproducteurs de deux espèces de perdrix, *Alectoris rufa* et *Perdix perdix*, et de mettre au point les outils d'analyse de l'ADN indispensables à la reconstitution du pedigree.

Le projet RufAssign fait suite à un précédent projet ayant permis la découverte de marqueurs

Porteur :



Partenaire :



Chef de projet SYSAAF :
Sophie Brard-Fudulea

Contact :

sophie.brard-fudulea@INRAE.fr

de l'ADN chez les gibiers avicoles. Dans RufAssign, le comportement reproducteur de perdrix élevées en groupe avec différents effectifs et sex-ratio sera étudié, grâce à la construction d'installations spécifiques et à la mise au point d'un outil d'assignation de parenté.

Les retombées pour les sélectionneurs :

- De nouvelles connaissances sur les performances de reproduction des perdrix élevées en groupe, avec un sex-ratio équilibré et avec un sex-ratio déséquilibré, permettant de privilégier l'une ou l'autre de ces modalités pour la mise en œuvre de l'élevage en groupe des reproducteurs
- La disponibilité d'un panel de marqueurs SNP pour chacune des deux espèces de perdrix, permettant la reconstitution du pedigree, le sexage précoce, et chez la perdrix rouge la détection de l'hybridation avec la perdrix choukar.

Les missions du SYSAAF

- Préparation des listes de marqueurs SNP
- Choix des marqueurs SNP pour le panel définitif
- Assignation de parenté des perdrix issues des volières
- Analyse des résultats de reproduction

BioSexFly

Paramètres de la bioconversion par la mouche soldat noire pour concevoir des lignées d'élevage

Hermetia illucens

Budget total : 210 000 €
Budget SYSAAF : _
Financier : Région CVL

01/01/2023 – 31/12/2025



Porteur :



Partenaires :



Chef de projet SYSAAF:

Armel Donkpegan

Contact : armel.donkpegan@inrae.fr

La bioconversion est une solution économique et écologique pour l'autonomie alimentaire et la réduction des déchets. La filière de recyclage de la matière organique par les insectes est porteuse d'avenir tant sur le plan d'une économie circulaire locale que pour limiter l'empreinte environnementale. En Europe, la mouche soldat noire (BSF, *Hermetia illucens*) est une des quelques espèces d'insectes détritivores dont l'élevage se développe rapidement à l'échelle industrielle. Pourtant, les connaissances fondamentales concernant la biologie de cet insecte sont très parcellaires. Alors que ce sont deux éléments clé des élevages, le métabolisme nutritionnel et les mécanismes de la reproduction restent à élucider pour comprendre les facteurs influençant la fertilité de ces insectes. De plus, l'environnement microbien complexe dans lequel les larves de BSF évoluent pendant leur développement constitue à la fois une richesse, en termes de synergie pour la bioconversion, mais aussi un risque quant aux agents pathogènes spécifiques des insectes ou impliqués dans des zoonoses (transmissibles aux animaux et à l'homme). Au sein du cycle biologique, il est important d'étudier la résistance des BSF aux salmonelles qui sont responsables de la seconde zoonose la plus répandue en Europe et dont les sources principales de contamination de l'homme sont les porcs et les volailles, pour lesquels l'UE a récemment autorisé les larves de BSF dans l'alimentation.

Le compromis métabolique qui détermine les performances de reproduction, ainsi que la maîtrise du risque sanitaire constituent donc des enjeux majeurs pour que la BSF devienne une solution durable de bioconversion.

Les objectifs du projet sont :

Objectif 1 (IRBI+Everfly+SYSAAF) : Décrire les étapes clé du cycle biologique, pour mesurer l'efficacité nutritionnelle, la fertilité individuelle, les modalités d'appariement pour définir les critères de performance permettant une sélection des reproducteurs.

Objectif 2 (IRBI+ISP) : Comprendre les interactions entre les larves et les microbes du substrat alimentaire, du tube digestif, et les pathogènes, permettant de définir les compromis entre croissance, immunité et reproduction et pour évaluer le risque sanitaire.

Objectif 3 (IRBI+ISP+Everfly+SYSAAF) : Caractériser la variabilité génétique associée aux traits phénotypiques d'intérêt pour la bioconversion, la reproduction et la transmission de microbes pour contribuer à un schéma de sélection génétique national.

Objectif 4 (IRBI, IEHCA, Centre Sciences) : Faire connaître l'entomoconversion, filière innovante d'économie circulaire, au grand public et aux acteurs régionaux de la recherche, de l'enseignement, et de la production alimentaire pour en favoriser le développement.

ÿnFABRE

La FABrique de REproducteurs d'ÿNSECT

Tenebrio molitor

Budget total : ???? €

Budget SYSAAF : ??? €

Financier :

01/10/2021 – 01/10/2027



bpifrance

Porteur :



Partenaires :



Chef de projet SYSAAF: **Armel Donkpegan**

Contact : armel.donkpegan@inrae.fr

L'objectif général du projet ÿnFABRE est de fixer des priorités sur la sélection, l'amélioration génomique et la multiplication des meilleurs insectes bio-convertisseurs. L'ambition est de produire des souches résistantes et performantes de vers de farine (*Tenebrio molitor*) en développant des outils, des méthodes et des structures sur mesure inspirés des dernières technologies de pointe.

Les missions du SYSAAF :

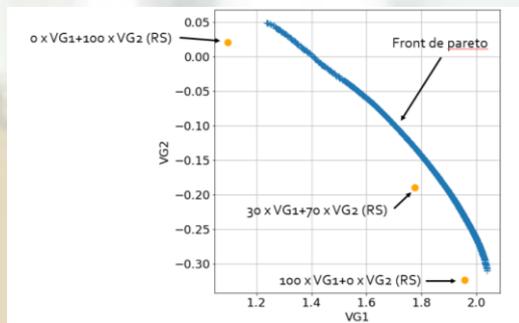
Le SYSAAF intervient dans le projet ÿnFABRE en tant que prestataire pour son adhérent ÿNSECT. Il est structuré en 3 WP et le SYSAAF intervient partiellement dans le WP1 et principalement dans le WP3.

Globalement, le SYSAAF apportera son expertise technique pour :

- La gestion de la diversité génétique et la sélection génétique/génomique.
- La modélisation et la prédiction des gains génétiques attendus sur plusieurs générations avec une pondération des paramètres économiques.
- L'investigation de tous les moyens de prédiction de l'hétérosis.
- La modélisation des stratégies d'ensemencement et de diffusion des progrès génétiques obtenus pour l'ensemble des caractères d'intérêts.
- Le développement d'un système adapté de conservation des œufs ou des gamètes de ténébrions, et le développement de méthodes sur les signatures génomiques.

MAÂT

Toutes espèces



Porteur :
SYSAAF, ITAVI



Chef de projet et Assistant SYSAAF:
Romuald ROUGER

Contact :
romuald.rouger@inrae.fr

Budget total : **50 188,21€**
Budget SYSAAF : **24 938,21€**
Financier : **AGENAVI**

01/06/2023 – 31/12/2024 (1 an et 6 mois)

À l'issue d'une évaluation génétique, le choix des animaux est effectué de manière à satisfaire les objectifs de sélection de la lignée. Ces objectifs de sélection sont multifactoriels : augmentation des performances, contrôle de la parenté/consanguinité, stabilisation de certains caractères. Un algorithme d'optimisation sous contraintes est utilisé depuis une dizaine d'années par le SYSAAF pour répondre à cet objectif : le recuit-simulé (RS). Cet algorithme a été décliné au SYSAAF sous forme d'une suite de programmes permettant de choisir les animaux (Optichoix et Opticonsang), de définir les parquets (Optiparquet) ou factoriels (Optifacto) d'accouplements. Depuis 10 ans, aucune évolution significative de cet algorithme n'a été apportée par le SYSAAF. Aucune étude comparative avec des algorithmes concurrents n'a été produite.

Ce projet a donc pour objectif de tester les performances de l'algorithme de recuit-simulé (RS) au regard d'un algorithme concurrent : l'algorithme génétique (AG).

Le projet consistera donc en l'écriture d'un programme d'algorithme génétique présentant les mêmes fonctionnalités qu'optichoix. Les deux

algorithmes concurrents (RS et AG) seront alors comparés sur un échantillon de lignées évaluées au SYSAAF pour rendre compte de leur performance respective. Enfin, un programme de modélisation d'une population sur plusieurs générations sera couplé à ces algorithmes de manière à identifier les gains espérés à long terme suite à l'utilisation de l'un ou l'autre algorithme.

Les retombées du projet :

Le SYSAAF disposera à l'issue de ce projet d'un nouvel outil de choix des animaux. Cet outil permettra d'améliorer le gain attendu à chaque génération et permettra d'améliorer l'efficacité des schémas de sélection des adhérents sans en modifier la nature.

Les missions du SYSAAF

- Test de l'algorithme génétique
- Comparaison des résultats entre algorithmes
- Modélisation de l'évolution génétique d'une population en fonction de l'algorithme utilisé



SYSAAF

france
naissain
ICI NAÎT LE PLAISIR,
AVEC VOUS IL GRANDIT

Larves d'huîtres

Siège social & Adresse postale
SYSAAF - Centre INRAE - Val de Loire,
Unité Mixte de Recherche en Biologie des Oiseaux et Aviculture (UMR-BOA),
37380 Nouzilly, France.
Tél. : 00.33.2.47.42.76.43 [Dir. : 79.43]
Courriel : sysaaf@INRAE.fr
Site internet : www.sysaaf.fr

Directeur de la publication et rédacteur en chef : M. Sourdioux
Co-rédacteurs : F. Renard-Dewynter, S. Brard-Fudulea & P. Haffray
Avec les contributions de :

J. d'Ambrosio, A. Bestin, M. Besson, M-A Bergeot, B. Desnoues, A. Donkpegan, F. Enez, Y. François, R. Morvezen,
P. Patrice, M. Reverchon, R. Richer, R. Rouger & S. Thiercelin.

Nous remercions particulièrement l'entreprise adhérente France Naissain qui à l'occasion de l'Assemblée Générale du SYSAAF a ouvert les portes de son établissement à Bouin (85) qui nous a autorisé à illustrer notre rapport d'activité avec ses photos.