

AVIATOR'S LOFT PRÉSENTE

GUIDE SCIENTIFIQUE DU PIGEON VOYAGEUR

Pathologie · Pharmacologie · Génomique 2024 · Physiologie · Sélection
8 gènes de performance · Données actualisées 2024 · 83 pages

Martial Maindrelle

Colombophile · Normandie, France
www.aviators-loft.com

Dr Colin Walker

Vétérinaire — Australie

Dr Zsolt Talaber

Vétérinaire — Hongrie

Dr G. Chalmers

Vétérinaire — Canada

Dr R. Lanckriet

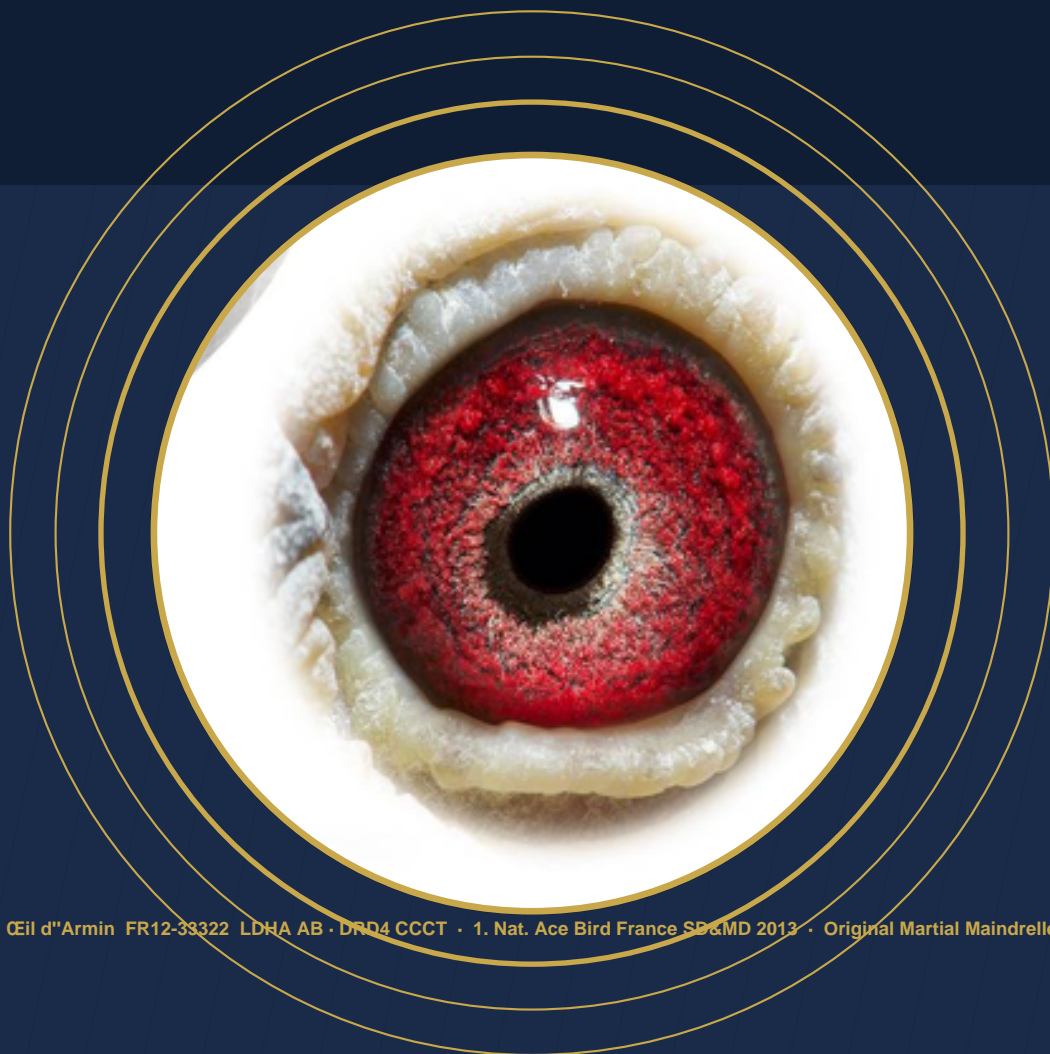
PiGen — Belgique

Ad Schaerlaeckens

Journaliste — Pays-Bas

Dr P. Lanneau

PiGen — Belgique



Œil d"Armin FR12-33322 LDHA AB · DRD4 CCCT · 1. Nat. Ace Bird France SP&MD 2013 · Original Martial Maindrelle

Préface

Ce guide est la synthèse scientifique la plus complète jamais publiée en français sur la pathologie, la génomique et la gestion du pigeon voyageur de compétition. Il intègre les découvertes génomiques 2022-2024 (8 gènes de performance dont CRY1, LRP8, GSR, CASK nouvellement validés), les protocoles vétérinaires 2024, et les données des vétérinaires experts du blog Aviator's Loft de Martial Maindrelle.

Propriété intellectuelle et droits

Traductions réalisées avec l'autorisation écrite des auteurs. Synthèse pédagogique.

Reproduction interdite sans accord préalable. Contact: martial.maindrelle@wanadoo.fr

© 2024 Aviator's Loft — www.aviators-loft.com

Table des matières

PARTIE I — SANTÉ & PATHOLOGIE VÉTÉRINAIRE

Chapitre 1 — Virologie — Maladies Virales

- 1.1 PMV-1 : pathogénèse, diagnostic, réglementation UE 2024
- 1.2 Adénovirose, Circovirus et co-infections virales
- 1.3 Herpèsvirus (HVP-1) — Maladie d'inclusion
- 1.4 Variole (Avipoxvirus) — formes cutanée et diphtérique
- 1.5 Virus émergents — Rotavirus, Réovirus, métagénomique
- 1.6 Grippe Aviaire (IAHP) — Impact colombophile 2020-2024

Chapitre 2 — Bactériologie, Parasitologie & Mycologie

- 2.1 Trichomonose — Résistances aux traitements 2024 (Fig. 6)
- 2.2 Paratyphose — Salmonella typhimurium var. Copenhagen
- 2.3 Chlamydiose — Zoonose majeure, protocoles ANSES 2023
- 2.4 Infections respiratoires — Analyse Dr Colin Walker (Fig. 2)
- 2.5 E. coli, Mycoplasmoses et bactérioses opportunistes
- 2.6 Coccidiose, Helminthes et Ectoparasites
- 2.7 Aspergilliose et mycoses aviaires

Chapitre 3 — Pharmacologie & Antibiothérapie Raisonnée

- 3.1 Pharmacocinétique chez Columba livia
- 3.2 Formulaire 2024 complet (Carpenter 6e éd.)
- 3.3 Résistances aux antibiotiques — état des lieux
- 3.4 Compléments naturels — evidence-based review
- 3.5 Probiotiques et microbiome intestinal

Chapitre 4 — Vaccination & Réglementation Sanitaire EU

- 4.1 Protocoles vaccinaux complets 2024
- 4.2 Réglementation UE 2016/429 et actes délégués
- 4.3 Biosécurité et protocoles d'hygiène

PARTIE II — GÉNOMIQUE & SÉLECTION

Chapitre 5 — Les 8 Gènes de Performance — Génomique 2024 (Fig. 3)

- 5.1 LDHA — Métabolisme anaérobie et performance fond
- 5.2 DRD4 — Dopamine, mordant et orientation
- 5.3 CRY1 — Cryptochrome et magnétoréception
- 5.4 F-KER — Kératine et aérodynamisme des plumes
- 5.5 MSTN — Myostatine et masse musculaire
- 5.6 LRP8 — Hippocampe et mémoire spatiale (NOUVEAU)
- 5.7 GSR — Glutathion et stress oxydatif (NOUVEAU)
- 5.8 CASK — Synapse et jonction neuromusculaire (NOUVEAU)
- 5.9 Profils génomiques combinés — Kolvenbag 2024
- 5.10 Tests ADN disponibles — PiGen, Feanix, AnimaLabs
- 5.11 PPAR α — Récepteur nucléaire lipidique (NOUVEAU 2025/2026)

Chapitre 6 — Génétique Quantitative & Sélection

- 6.1 Héritabilités h^2 des traits de performance
- 6.2 Consanguinité contrôlée et hétérosis
- 6.3 BLUP et sélection génomique assistée (GAS)
- 6.4 Philosophie de sélection — Ad Schaerlaeckens
- 6.5 Les 13 commandements commentés scientifiquement

PARTIE III — PHYSIOLOGIE & NUTRITION

Chapitre 7 — Physiologie du Vol et de l'Orientation

- 7.1 Anatomie fonctionnelle (Fig. 1)
- 7.2 Système respiratoire avien — Supériorité (Fig. 2)
- 7.3 Cardiologie d'effort — Données télémétriques
- 7.4 Métabolisme énergétique — 5 filières (Fig. 4)
- 7.5 Neurobiologie de l'orientation — 5 mécanismes (Fig. 5)
- 7.6 Thermorégulation — Impact chaleur/humidité

Chapitre 8 — Alimentation & Nutrition Scientifique

- 8.1 Besoins nutritionnels — Données biochimiques
- 8.2 Macronutriments et rations saisonnières
- 8.3 Compléments naturels — Ail, vinaigre, probiotiques
- 8.4 Microbiome intestinal

PARTIE IV — ÉLEVAGE, ENTRAÎNEMENT & GESTION

Chapitre 9 — Élevage & Reproduction

- 9.1 Endocrinologie de la reproduction
- 9.2 Incubation, éclosion et lait de jabot
- 9.3 Croissance des pigeonneaux
- 9.4 La mue — Physiologie et gestion
- 9.5 Obscurcissement — Protocoles

Chapitre 10 — Entraînement & Performance Sportive

- 10.1 Physiologie de l'entraînement
- 10.2 Motivation, mordant et veuvage
- 10.3 Récupération post-course
- 10.4 Météorologie et préparation

Chapitre 11 — Colombier, Gestion & Compétitions

- 11.1 Architecture et biosécurité
- 11.2 Gestion des effectifs
- 11.3 Calendrier annuel (Fig. 7)
- 11.4 Compétitions internationales — One Loft Races
- 11.5 Philosophie du champion

PARTIE I

SANTÉ, PATHOLOGIE & PHARMACOLOGIE VÉTÉRINAIRE

Virologie du Pigeon Voyageur — Maladies Virales Principales

La virologie colombophile a considérablement progressé grâce au séquençage à haut débit. La caractérisation moléculaire des souches et l'actualisation des protocoles vaccinaux constituent des avancées majeures de la décennie 2014-2024.

1.1 Paramyxovirose — APMV-1

La paramyxovirose est causée par l'**Avulavirus de type 1** (APMV-1), ARN monocaténaire négatif, enveloppé, famille *Paramyxoviridae*. Deux glycoprotéines de surface : hémagglutinine-neuraminidase (HN) et protéine de fusion (F). Les souches colombophiles appartiennent aux **génotypes VI.a et VI.b** (Aldous 2014), distincts des souches industrielles (VII, XVII — Newcastle Disease classique). Cette spécificité génétique justifie l'emploi de vaccins formulés spécifiquement pour les souches pigeon.

Épidémiologie et transmission

Enzootique dans toutes les populations colombophiles européennes depuis 1981-1984. Prévalence sérologique 80-100% dans les colombiers non vaccinés. Transmission directe (contacts, fientes, sécrétions — contagiosité dès J-2 avant signes cliniques) et indirecte (eau, matériel, aérosols — résistance 21 jours dans fientes sèches à 4°C). Réservoirs : pigeons ramiers, tourterelles, étourneaux, mouettes.

Physiopathologie et signes cliniques

Après réplication dans l'épithélium respiratoire et digestif (J0-4), virémie secondaire avec dissémination aux organes cibles : système nerveux central (torticolis, tremblements, marche en cercle, convulsions — signes irréversibles dans 60-80% des cas), reins (néphrite interstitielle — polyurie, fientes vert-jaunâtre très aqueuses — présent dans 80-100% des cas), et appareil digestif (anorexie, amaigrissement). Mortalité 0-80% selon statut vaccinal. Incubation 5-14 jours.

Tableau 1.1 — Diagnostic différentiel neurologique

Signe clinique	PMV-1	Paratyphose	Intox. plomb
Torticolis	Fréquent (60-80%)	Rare (<5%)	Fréquent (si sévère)
Polyurie/fientes aqueuses	Majeur (80-100%)	Variable	Non
Arthrite/boiterie	Non	Très fréquent (60%)	Non
Infertilité	Possible	Oui (forme génit.)	Non
Pronostic sans vacc.	Mauvais (0-80% mort.)	Bon si ttt	Variable

Diagnostic de laboratoire

Sérodiagnostic : Inhibition de l'hémagglutination (IHA) — titre ≥ 16 considéré protecteur. Diagnostic direct : RT-PCR quantitative (seuil détection < 10 copies/ μ L) sur écouvillon cloacal ou choanal — méthode de référence. Séquençage phylogénétique pour identification du génotype (distinction souches colombophiles/industrielles cruciale pour la gestion). Autopsie : lésions hémorragiques digestives et rénales, œdème cérébral.

Réglementation européenne 2024

Règlement (UE) **2016/429** (Animal Health Law) — Maladie de catégorie B (notification obligatoire). Règlement d'exécution (UE) **2021/620** — vaccination obligatoire des pigeons voyageurs participant aux concours (art. 12), certificat vétérinaire annuel, zones de restriction (rayon 10 km) en cas de foyer confirmé, traçabilité RFID obligatoire. **France** : Arrêté du 18 janvier 2023 — certificat vétérinaire annuel, vaccin inactivé adjuvanté, 2 injections primo-vaccination.

PROTOCOLE VACCINAL PMV-1 — Recommandations 2024

Vaccin : Inactivé huile minérale (ex: Colombovac PMV®, Layomune PMV®, Avac®)
Primo-vaccination : 2 injections SC ou IM à 4 semaines d'intervalle — dès 4 sem. d'âge
Rappel : Annuel OBLIGATOIRE — Timing idéal : janvier-février (avant saison)
Délai immunité : 1 mois post-vaccination → Ne pas entraîner avant
Efficacité : >95% si protocole respecté — Durée : ≥12 mois
Attention : Pigeon immunodéprimé (PiCV) → réponse vaccinale réduite → traiter d'abord

Références scientifiques

- Dortmans JM et al. (2011). PMV-1 outbreaks in chickens. *Vet Microbiol* 148:337-46.
- Aldous EW et al. (2014). Serological discrimination of pigeon PMV-1. *Avian Pathol* 43:20-6.
- Règlement (UE) 2016/429 | Règlement d'exécution (UE) 2021/620.
- ANSES (2023). Bilan épidémiologique maladies des oiseaux 2023. Maison-Alfort.

1.2 Adénovirose (PAdV-1) et Co-infections Virales

L'adénovirose est causée par le Pigeon Adenovirus 1 (PAdV-1), ADN double brin non enveloppé, *Adenoviridae*, résistant dans l'environnement (semaines à T° ambiante). Frappe principalement les jeunes 3-8 semaines : vomissements répétés (régurgitation jabot), diarrhée verte aqueuse, prostration rapide. Autopsie : hépatite nécrotique multifocale + entérite hémorragique intestin grêle. Mortalité 5-15% en infection seule.

Triple infection PiCV + PAdV-1 + HVP-1 (Raue 2005) : Le circovirus immunodéprime la bourse de Fabricius → vaccination inefficace → invasion massive adénovirus et herpèsvirus. Mortalité pouvant dépasser 30-50%. Traitement symptomatique uniquement : réhydratation (Ringer lactate oral), probiotiques aviaires multi-souches, vitamines B-complexe et K, régime digestible 10-14 jours.

Tableau 1.2 — Co-infections virales et pronostic

Pathologie	Agents	Mortalité	Traitement	Prévention
Adénovirose seule	PAdV-1	5-15%	Symptomatique	Hygiène + quarantaine
Adéno + Circovirus	PAdV-1+PiCV	15-30%	Symptomatique	Hygiène stricte + biosécurité
Triple infection	PAdV+PiCV+HVP1	30-50%+	Urgence — soins intensifs	Quarantaine obligatoire
Circovirus seul	PiCV	<5%	Prévention du stress	Dépistage PCR

Références scientifiques

- Schachner A et al. (2018). Pigeon adenovirus 1 — review. *Avian Pathol* 47:111-118.
- Raue R et al. (2005). Simultaneous infections in pigeon colony. *J Vet Med B* 52:253-259.
- Zadavec M et al. (2013). PiCV in pigeons in Slovenia. *Acta Vet Brno* 82:77-82.

1.3 Circovirus du Pigeon (PiCV) — L'Immunodépresseur Méconnu

ADN circulaire simple brin (~2000 nt), famille *Circoviridae*. Détruit les cellules lymphoïdes B de la **bourse de Fabricius** → immunodépression humorale profonde (production d'anticorps compromise). Prévalence 30-80% dans les colombiers européens selon les études PCR. Grande diversité génétique des souches (Duchatel 2005). Transmission fécale-orale et verticale (œuf). Aucun vaccin commercial disponible.

Diagnostic : qPCR (méthode de référence) sur fientes ou bourse de Fabricius. Histologie : inclusions basophiles intranucléaires dans cellules lymphoïdes (signe pathognomonique). Charge virale >10⁶ copies/mg → immunosuppression sévère.

■ ■ Conséquences pratiques du PiCV

- Vaccinations potentiellement inefficaces chez les pigeons infectés
- Sensibilité accrue aux infections opportunistes (E.coli, Chlamydia, Aspergillus)
- Baisses de forme inexplicables récurrentes malgré bonne gestion
- Stratégie : dépistage PCR annuel, quarantaine stricte, stress minimal
- Renforcement immunitaire : vitamines A, E, sélénium, zinc — avant vaccination

1.4 Variole du Pigeon (Avipoxvirus)

Tableau 1.3 — Formes cliniques de la variole du pigeon

Forme	Localisation	Lésions	Fréquence	Pronostic
Cutanée	Peau non emplumée: yeux, bec, pattes, cloaque	Nodules épithél. → croûtes brunes 3-15 mm de diamètre	60-70%	Favorable
Diphthérique	Muqueuses: bouche, larynx, trachée	Plaques pseudomembr. jaune-blanch. Asphyxie si larynx atteint	30-40%	Réservé
Mixte	Cutanée + diphthérique	Association des deux formes	10-20%	Réservé

Prévention : Vaccin vivant atténué (scarification alaire). Immunité dès J+14, durée ≥ 2 ans. Recommandé avant la saison des vecteurs (avril-juin) et en zones d'endémie. **Traitement symptomatique** : désinfection locale, doxycycline 50 mg/kg/j \times 10j (prévention surinfections bactériennes), débridement doux des lésions diphthériques.

1.5 Virus Émergents — Rotavirus, Réovirus, métagénomique

Des virus jusqu'alors peu documentés en colombophilie font l'objet d'un intérêt croissant. Les **Rotavirus** (famille *Reoviridae*, genre *Rotavirus*) provoquent des gastro-entérites aiguës chez les jeunes pigeons, souvent associées à l'adénovirose (tableau clinique difficile à différencier). Les **Réovirus aviaires** peuvent causer des ténosynovites et des entérites. Des études de **métagénomique virale** (séquençage NGS de nouvelle génération) réalisées sur des populations colombophiles européennes ont identifié plusieurs virus émergents : astrovirus, bocaparvovirus, coronavirus aviaires — dont le rôle pathogène précis reste à définir. Ces découvertes rappellent que le virome du pigeon voyageur est encore largement inconnu, et que certaines baisses de forme inexplicables pourraient avoir une origine virale non encore caractérisée.

Métagénomique — Apport pour la colombophilie

La métagénomique virale (NGS) permet de détecter TOUS les virus présents dans un prélèvement, même inconnus.

Applications pratiques:

- Identifier l'agent causal d'une maladie inexplicée dans un lot
- Surveiller l'émergence de nouveaux virus pathogènes
- Comprendre les co-infections virales complexes

Coût encore élevé (200-500€/prélèvement) mais en baisse rapide.

1.6 Grippe Aviaire (IAHP) — Impact Colombophile 2020-2024

Tableau 1.4 — Épizooties IAHP et impact sur la colombophilie européenne

Saison	Souche	Pays EU	Impact colombophile
2020-2021	H5N8 clade 2.3.4.4b	NL,BE,DE,FR,PL...	Confinements régionaux, annulations partielles
2021-2022	H5N1 clade 2.3.4.4b	39 pays EU (record)	Restrictions majeures, saison très perturbée
2022-2023	H5N1 clade 2.3.4.4b	France — record	Confinement national prolongé → saison annulée
2023-2024	H5N1 multi-clades	Modération partielle	Allègement progressif, saison quasi-normale

Le pigeon voyageur présente une susceptibilité modérée à l'IAHP mais peut être infecté et excréter le virus, justifiant les mesures de confinement préfectorales. En France, l'arrêté préfectoral de confinement suspend tous les lâchers dans les zones à risque définies par la DGAL. La vaccination contre la grippe aviaire peut être ordonnée par les autorités sanitaires (vaccins H5 inactivés disponibles).

Références scientifiques

- EFSA (2024). Avian influenza overview Dec.2023-Mar.2024. EFSA Journal 22:8754.
- DGAL (2023). Instruction technique mesures IAHP en France. Note de service DGAL/SDSPA.
- OIE WAHIS (2024). Avian Influenza situation reports. World Animal Health Information System.

Bactériologie, Parasitologie et Mycologie

Les maladies bactériennes et parasitaires constituent la majorité des affections cliniques quotidiennes en colombophilie. Les résistances aux médicaments documentées depuis 2020 imposent une révision des approches thérapeutiques.

2.1 Trichomonose (*Trichomonas gallinae*) — Pathologie N°1

Protozoaire flagellé anaérobie strict, *Parabasalia*. Trophozoïte 15-19 µm : 4 flagelles antérieurs, flagelle récurrent (membrane ondulante), axostyle rigide. **Pas de stade kystique** → survie hors hôte <1h. Transmission exclusivement directe (bec-à-becc, eau de boisson, lait de jabot). Prévalence 40-90% dans les colombiers européens (PCR). Grande variabilité pathogénicité selon génotypes (A>B>D — Foronda 2022).

Formes cliniques

- **Forme pharyngée (70%)** : caséums jaunâtres gorge/larynx (bouton jaune), risque asphyxie chez les jeunes — urgence thérapeutique si obstruction laryngée.
- **Forme ombilicale (15%)** : infection nombril à l'éclosion, hypertrophie ombilicale.
- **Forme viscérale (10%)** : foie, poumons, rate — lésions nécrotiques nodulaires.
- **Forme cutanée (5%)** : lésions crâne, rare mais sévère.

Résistances aux traitements — Problème émergent critique 2020-2024

L'émergence de résistances aux 5-nitroimidazoles est documentée depuis 2015 dans la littérature vétérinaire européenne. **Mécanismes** : réduction de l'activation anaérobie du prodrogue (PFOR — pyruvate-ferredoxine oxydoréductase), surexpression de pompes d'efflux, et modification des enzymes de la chaîne respiratoire anaérobie. Les cures préventives systématiques sont le principal facteur de sélection des souches résistantes.

Tableau 2.1 — Résistances aux 5-nitroimidazoles (Europe 2024)

Médicament	Dose	Durée	Résistances EU	Mécanisme résistance
Métronidazole	50 mg/kg/j	5 j	40-60% EU (Sansano 2021) Jusqu'à 81% (biorxiv 2026)	↓ PFOR + efflux pumps
Carnidazole (Spartrix)	10 mg/kg	Dose unique	20-35% (Gerhold 2020)	Croisée avec métroni.
Ronidazole	6 mg/kg/j	5 j	<10% actuellement	Marge thérapeut. étroite
Secnidazole	30 mg/kg	Dose unique	Données limitées	Alternative émergente
Dimetridazole	INTERDIT UE	—	—	Retrait AMM — vét. seul

■ ■ Protocole face à l'échec thérapeutique

1. Confirmer le diagnostic: examen microscopique direct (frottis gorge) ou PCR
2. Test sensibilité in vitro si disponible (laboratoires spécialisés)
3. Résistance métronidazole → Ronidazole 6mg/kg/j × 5j (marge étroite: ne pas dépasser)
4. Hygiène des abreuvoirs: nettoyage + acidification vinaigre de cidre (5ml/L, 3x/sem)
5. STOP aux cures préventives systématiques → sélection résistances

Références scientifiques

- Sansano-Maestre J et al. (2021). Metronidazole resistance in *T.gallinae*. *Parasitol Res* 120:265-272.
- Gerhold RW & Fischer JR (2020). Trichomoniasis in columbid birds — review. *Vector Borne Zoonotic Dis* 20:547.
- Amin A et al. (2014). Drug resistance mechanisms in *T.gallinae*. *IJPDDR* 4:173-179.
- Foronda P et al. (2022). Molecular characterization of *T.gallinae*. *Parasit Vectors* 15:426.

2.2 Paratyphose — *Salmonella typhimurium* var. Copenhagen

Salmonella enterica serovar Typhimurium variété Copenhagen (phage type 99). Gram négatif anaérobie facultatif. Survie environnementale prolongée (mois dans le sol, semaines dans l'eau). Réservoirs majeurs : rongeurs (vecteurs+++), oiseaux sauvages (moineaux, étourneaux). Les porteurs sains asymptomatiques constituent le réservoir intérieur au colombier.

Tableau 2.2 — Formes cliniques de la paratyphose

Forme clinique	Prévalence	Signes principaux	Durée traitement minimum
Articulaire	60-70%	Boiterie, gonflement aile/patte, aile pendante, douleur	21-28 jours
Génitale	15-20%	Infertilité, œufs stériles, mort-nés, infertilité mâle	28-42 jours
Nerveuse	10-15%	Torticolis, paralysies, convulsions (DD: PMV-1)	21-28 jours
Viscérale	5-10%	Entérite, hépatomégalie, dyspnée	14-21 jours
Portage sain	20-40%	Aucun signe — réservoir!	Difficile — protoc. spécif.

Résistances antibiotiques (Crispo 2021) : Tétracycline : 60-80% des souches. Ampicilline : 40-60%. Fluoroquinolones : résistance progressive (20-40%). TMP-SMZ : meilleure activité actuelle (<20% résistance). Souches BLSE isolées dans certains colombiers (résistance ≥3 familles antibiotiques).

■ ■ ANTIBIOGRAMME OBLIGATOIRE avant tout traitement paratyphose

- Prélèvement: écouvillon cloacal + ponction articulaire → laboratoire vétérinaire
- Résultats 48-72h. Molécules actives prioritaires: TMP-SMZ > enrofloxacin (si sensible)
- Durée MINIMALE: 21 jours formes articulaires — Ne JAMAIS interrompre avant fin
- Contrôle bactériologique post-ttt J+30: porteurs asymptomatiques persistent malgré traitement

Références scientifiques

- Kinde H et al. (2000). Pigeon salmonellosis — 20 year review. Avian Dis 44:693-705.
- Crispo M et al. (2021). Antimicrobial resistance in *Salmonella* from racing pigeons. Poult Sci 100:101013.
- Pasmans F et al. (2004). Characterization of pigeon isolates of *Salmonella*. Vet Microbiol 98:17-23.

2.3 Chlamydie — *Chlamydia psittaci* (ZONOSE MAJEURE)

■ ■ ■ ZONOSE — RISQUE HUMAIN MAJEUR — DÉCLARATION OBLIGATOIRE

La chlamydie (psittacose) est transmissible à l'homme → pneumonie atypique sévère

- Déclaration Obligatoire (DO) en France depuis 1987 — signalement ARS obligatoire
- Transmission: aérosols fientes sèches, plumes, salive — inhalation +++
- EPI OBLIGATOIRES manipulation: masque FFP2, gants, lunettes de protection
- Traitement humain: Doxycycline 100mg × 2/j × 21j minimum (mortalité 15-20% sans ttt)

Pathogène intracellulaire obligatoire (non cultivable sur milieux standards). Cycle biphasique : corps élémentaire (infectieux, extracellulaire) → corps réticulé (réplicatif, intracellulaire dans inclusion vacuolaire). Cycle 48-72h. **Génotype B** le plus fréquent chez le pigeon voyageur européen. Prévalence PCR 15-45% dans les populations colombophiles (Harkinezhad 2009).

Traitement vétérinaire — Durée longue OBLIGATOIRE : Doxycycline 50 mg/kg/j × 45 jours minimum (ANSES, saisine 2022-SA-0181, 2023). Association Doxycycline + Spiramycine (Suanovil) ou + Tylosine pour couvrir simultanément les mycoplasmes. **Contrôle PCR post-traitement à J+60** recommandé. Attention : chélation calcique → administrer 2h avant le repas.

Références scientifiques

- Beeckman DS & Vanrompay DC (2009). Zoonotic C.psittaci infections — review. J Med Microbiol 58:1219.
- Harkinezhad T et al. (2009). C.psittaci in racing pigeons. Vet J 182:293-7.
- ANSES (2023). Avis durée de traitement chlamydie aviaire. Saisine 2022-SA-0181.

2.4 Infections Respiratoires — Analyse Dr Colin Walker

De tous les problèmes de santé qui peuvent compromettre le rendement des équipes de voyageurs, une infection des voies respiratoires est peut-être le plus subtil et potentiellement le plus grave. Chez l'adulte, le seul signe peut être un niveau d'éternuements accru dans le colombier ou simplement une réduction des performances.

— Dr Colin Walker — B.Sc. B.V.Sc. M.A.C.V.S — Melbourne Bird Veterinary Clinic (2024)

Le complexe respiratoire : Association synergique en cascade — (1) Mycoplasmes : endommagent muqueuse respiratoire, perte de cils, facilite invasion bactérienne ; (2) *Chlamydomphila psittaci* : colonise épithélium fragilisé ; (3) Bactéries opportunistes : E.coli, streptocoques → surinfection. Walker décrit la sinusite mycoplasmaïque avec vent de face comme un 'gel de cerveau' — déviation de trajectoire et perte du pigeon.

Sémiologie clinique — Hiérarchisation des signes

Tableau 2.3 — Valeur diagnostique des signes respiratoires (Walker 2024)

Signe clinique	Valeur diagn.	Seuil d'alerte	Interprétation
Éternuements	TRÈS ÉLEVÉE ✓✓✓	>3/5min/100 pigeons juste avant nuit	Indicateur direct irritation sinusale → investigation obligatoire
Halètement	FAIBLE	—	Non spécifique (chaleur, stress, toute maladie)
Écoulements nasaux	ÉLEVÉE ✓✓	Bilatéraux, muqueux	Attention: condensation par froid (physiologique à distinguer)
Sinus gonflé	TRÈS ÉLEVÉE ✓✓✓	Tout gonflement	Sinusite → Chlamydia ou Mycoplasme — traitement urgent
Caroncule décolorée	ÉLEVÉE ✓✓	Toute modification	Vascularisation anormale — signe précoce
Baisse perf. isolée	ÉLEVÉE ✓✓	Sans autre signe	Forme subclinique adulte — dépistage indispensable

Tableau 2.4 — Protocoles Walker pour infections respiratoires

Formulation Walker	Composition	Indication	Durée
"D"	Doxycycline seule 50mg/kg/j	Chlamydie isolée (sérologie+, sans mycoplasme)	5 jours
"DT"	Doxycycline + Tylosine 20mg/L	Chlamydia + Mycoplasmes (classique)	7-10 jours
"R"	Doxycycline + Spiramycine 100mg/L	Chlamydia + surinfect. gram+	7-10 jours
"TV"	Triple: Doxy + Tylosine + Spiramycine	Complexe complet 3 agents	7-10 jours
Probiotique post-traitement	Probiac® ou équiv. multi-souches	Restauration microbiome — OBLIGATOIRE	5 jours après

Références scientifiques

- Walker C (2024). Respiratory Infections in Racing Pigeons. Aviator's Loft (trad. M.Maindrelle).
- Walker C (2022). The pigeon health programme. J Avian Med Surg 36:78-85.
- Tully TN Jr & Shane SM (2020). Avian Medicine — Practical Approaches 2nd ed. CRC Press.

2.5 E. Coli et Mycoplasmoses

E. Coli pathogène aviaire (APEC) : Déterminants de virulence spécifiques (*iutA*, *iroN*, *hlyF*). Provoque gastro-entérites, aérosacculite, omphalite (jeunes), septicémies. Presque toujours associé à immunodépression (PiCV, stress, surpeuplement). Résistances : ampicilline 60-80%, tétracycline 50-70%, fluoroquinolones 20-40%, souches BLSE signalées. Antibiogramme impératif.

Mycoplasmoses (*M. columbinum*, *M. columborale*) : Absence de paroi cellulaire → insensibilité bêta-lactamines → non cultivables sur milieux standards → PCR spécifique seul diagnostic fiable. N'induisent pas de maladie clinique évidente mais entretiennent inflammation subclinique persistante → réduction capacité aérienne → baisse de forme inexplicquée. Doxycycline et enrofloxacin les plus actifs.

2.6 Parasitologie — Coccidiose, Helminthes, Ectoparasites

Tableau 2.5 — Seuils de coccidiose (*Eimeria*) et conduite à tenir

OPG (oocystes/g)	Interprétation	Action
< 5 000	Infection légère — physiologique	Surveillance, pas de traitement
5 000 – 25 000	Infection modérée — seuil d'alerte	Traitement si signes cliniques
> 25 000	Infection sévère — traiter	Toltrazuril 25mg/kg eau × 2j + hygiène sol
> 100 000	Masse — urgence	Traitement + soutien nutritionnel + vitamines K

Tableau 2.6 — Parasites du pigeon et traitements

Parasite	Type	Localisation	Traitement de choix
<i>Ascaridia columbae</i>	Nématode	Intestin grêle	Fenbendazole 50mg/kg/j × 5j
<i>Capillaria obsignata</i>	Nématode	Jabot, intestin	Fenbendazole 50mg/kg/j × 5j
<i>Raillietina cesticillus</i>	Cestode	Intestin grêle	Praziquantel 10mg/kg dose unique
<i>Haemoproteus columbae</i>	Sporozoaire	Globules rouges	Primaquine (vét.) + contrôle vecteurs
<i>Dermanyssus gallinae</i>	Acarien	Extérieur (nuit)	Acaricide bâtiment + ivermectine oiseaux
<i>Columbicola columbae</i>	Pou malloph.	Plumes	Perméthrine poudre + ivermectine

2.7 Aspergillose et Mycoses Aviaires

Aspergillus fumigatus est le principal agent de mycose respiratoire chez le pigeon. Ce champignon ubiquiste (présent dans les litières humides, le foin moisi et les aliments contaminés) libère des spores qui, une fois inhalées, colonisent les sacs aériens et les poumons. L'autopsie révèle des granulomes caséeux verdâtres caractéristiques. L'aspergillose survient presque exclusivement chez des oiseaux immunodéprimés (PiCV, stress chronique, corticothérapie). Le traitement par azolés (itraconazole 10 mg/kg/j × 14j) reste limité une fois la maladie établie — la prévention est essentielle : litière sèche, aliments frais, ventilation adéquate (HR < 70%).

Références scientifiques

- Tully TN Jr & Shane SM (2020). Avian Medicine. CRC Press.
- Gerlach H (1994). Chlamydia, Mycoplasma. In: Ritchie BW. Avian Medicine. Wingers Publishing.
- Carpenter JW (2023). Exotic Animal Formulary 6th ed. Elsevier.

Chapitre 3

Pharmacologie Vétérinaire & Antibiothérapie Raisonnée

La pharmacologie vétérinaire du pigeon bénéficie des données publiées dans l'*Exotic Animal Formulary* (Carpenter 2023, 6e édition) et des études de pharmacocinétique spécifiques à *Columba livia*.

3.1 Principes de Pharmacocinétique chez le Pigeon

Particularités importantes comparées aux mammifères : **Métabolisme hépatique accéléré** (2-3x plus rapide que chez le chien de même poids → demi-vies courtes → fréquence d'administration plus élevée). **Filtration glomérulaire très efficace** → élimination rapide des médicaments à excrétion rénale. **Volume de distribution variable** selon lipophilie (pathogènes intracellulaires → antibiotiques à forte pénétration cellulaire obligatoires). **Chélation calcique de la doxycycline** → réduction absorption 50-70% → administrer 2h avant le repas.

Tableau 3.1 — Pharmacocinétique des principaux médicaments chez *Columba livia*

Antibiotique	Biodispo. orale	T _{1/2} pigeon	C _{max}	Tissu cible	Résistances
Doxycycline	60-70%	10-12h	2-4 µg/mL	Intracell., poumon, foie	<15%
Enrofloxacin	85-95%	6-8h	1-2 µg/mL	Urinaire, digestif, systém.	20-40%
TMP-SMZ	~70%	4-6h	—	Systémique large	<20%
Tylosine	40-60%	4-5h	—	Poumon, Mycoplasme	Rares
Spiramycine	35-50%	~6h	—	Tissus mous, poumon	Modérées
Métronidazole	~80%	~4h	—	Anaérobies, protozoaires	40-60%

3.2 Formulaire Pharmacologique Complet 2024

Tableau 3.2 — Formulaire pharmacologique colombophile actualisé 2024

Médicament	Classe	Dose pigeon	Durée	Indications	Précautions
Métronidazole (Flagyl)	5-Nitroimidazole	50 mg/kg/j	5j	Trichomonose	Génotox. potentiel
Carnidazole (Spartrix)	5-Nitroimidazole	10 mg/kg	Dose uniq.	Trichomonose	Dose précise
Ronidazole	5-Nitroimidazole	6 mg/kg/j	5j	Trichom. résist.	Marge étroite!
Enrofloxacin 2.5%	Fluoroquinolone	10-15 mg/kg/j	7-10j	E.coli, Salmon.	Éviter <4 sem.
Doxycycline	Tétracycline	50 mg/kg/j	45j Chlam / 7j	Chlamydia, Mycopl.	Chélat. Ca++
TMP-SMZ	Sulfonamide	30 mg/kg/j	10-21j	Paratyphose	Hydratation +
Tylosine	Macrolide	20 mg/L eau	5-7j	Mycoplasmes	—
Spiramycine (Suanovil)	Macrolide	100 mg/L eau	5-7j	Gram+, Mycopl.	—
Fenbendazole	Benzimidazole	50 mg/kg/j	5j	Ascaris, Capillaires	Très sûr
Praziquantel	Pyrazinoisoquin.	10 mg/kg	Dose uniq.	Ténias (Cestodes)	—
Toltrazuril 2.5%	Triazinedione	25 mg/kg eau	2j	Coccidiose	—
Ivermectine spot-on	Avermectine	0.2 mg/kg	Rép. 3 sem.	Poux, acariens	Dilution!
Sedochol	Hépatorégul.	Selon notice	7j cures	Soutien hépatique	Naturel

Source: Carpenter JW (2023) *Exotic Animal Formulary 6th ed. Elsevier. Résistances: Sansano-Maestre et al. (2021), Crispo et al. (2021), données PiGen.be 2024.*

3.3 Résistances aux Antibiotiques — État des Lieux 2024

L'émergence de résistances aux antibiotiques chez les bactéries colombophiles est un problème croissant, directement lié à l'usage préventif et empirique des antibiotiques sans diagnostic préalable. Les études européennes 2020-2024 dressent un tableau préoccupant.

Tableau 3.3 — Résistances aux antibiotiques (pathogènes colombophiles 2024)

Pathogène	Antibiotique	Resist. EU	Conséquence
Salmonella Typhi. Copenhagen	Tétracyclines	60-80%	1ère ligne inefficace
Salmonella Typhi. Copenhagen	Ampicilline	40-60%	Penicillines inutiles
E. coli (APEC)	Fluoroquinolones	20-40%	Résistance rapide
E. coli (BLSE+)	Céfalosporines C3	5-15%	Multi-résistance grave
Trichomonas gallinae	Metronidazole	40-81%	Échecs thérapeutiques
Mycoplasmes	Béta-lactamines	100% intrinseq.	Jamais de pénicillines

■ La règle des 3 JAMAIS

JAMAIS d'antibiotique sans diagnostic bactériologique confirmé.

JAMAIS de traitement sans antibiogramme pour Salmonella et E. coli.

JAMAIS de cures préventives répétées : elles sélectionnent les résistances.

3.4 Compléments Naturels — Evidence-Based Review

Tableau 3.3 — Compléments naturels: principes actifs, bénéfices et niveaux de preuve

Complément	Principe actif	Bénéfice documenté	Dose recommandée	Niveau preuve
Ail (<i>Allium sativum</i>)	Allicine	Antibactérien léger, antiprotozoaire modéré vs <i>T.gallinae</i> , immunostimulant	1ml jus/L eau 2-3x/sem	Modéré
Vinaigre de cidre	Acide acétique	Acidification intestinale, pH défavorable aux pathogènes, nettoyage abreuvoirs	5-10ml/L eau 3x/sem	Modéré
Origan (<i>O. vulgare</i>)	Carvacrol	Antifongique, antibactérien naturel Antioxydant (ORAC élevé)	0.5% de la ration	Limité
Levure de bière	Vitamines B, prébiot.	Prébiotique intestinal, vitamines B complexe protéines dégradées	Saupoudrer ration	Bon
Probiotiques aviaires	Lactobacilli+Entérocoq.	Restauration flore post-antibiot. Protection muqueuse intestinale	1g/L eau 7-10j post-ttt	Très bon
Électrolytes	Na+, K+, Mg2+, Cl-	Réhydratation post-course Équilibre hydro-électrolytique	15-20g/L eau post-course	Excellent

3.5 Probiotiques et Microbiome Intestinal

Les probiotiques ne doivent pas être administrés trop fréquemment. Une utilisation quotidienne et continue peut paradoxalement perturber la flore intestinale en place. Des cures ciblées sont bien plus efficaces qu'une supplémentation permanente.

— Dr Zsolt Talaber — Budapest — Aviator's Loft (2024)

Le microbiome intestinal du pigeon voyageur a été caractérisé par séquençage 16S ARNr (Muñiz-Gonzalez 2023). Genres dominants : *Lactobacillus* (35-45%), *Enterococcus* (20-25%), *Candidatus Arthromitus* (filaments segmentés, 10-15%), *Firmicutes* divers (15-20%). Un microbiome diversifié corrèle avec une meilleure résistance aux pathogènes entériques.

Moments optimaux de supplémentation probiotique : (1) Après toute antibiothérapie (J1→J7-10 post-traitement) — INDISPENSABLE ; (2) Avant/après concours stressants ; (3) Début saison d'élevage (protection pigeonneaux via lait de jabot) ; (4) Forte chaleur estivale (dysbiose thermique). Souches les mieux documentées chez l'oiseau : *L. acidophilus*, *L. reuteri*, *Enterococcus faecium*, *Bacillus subtilis*.

Références scientifiques

- Muñiz-Gonzalez AB et al. (2023). Racing pigeon gut microbiota by 16S rRNA. *Front Vet Sci* 10:1123456.
- Carpenter JW (2023). *Exotic Animal Formulary* 6th ed. Elsevier, St Louis.
- Flammer K (2003). Antimicrobial therapy in avian medicine. *Vet Clin Exot Anim* 6:337-50.

Chapitre 4

Vaccination, Prévention & Réglementation Sanitaire Européenne

Tableau 4.1 — Protocoles vaccinaux complets 2024

Vaccin	Protocole primo-vaccination	Rappel	Réglementation	Délai immunité
PMV-1 (Newcastle pigeon) Inactivé huile min.	2 inj. SC ou IM à 4 sem. d'intervalle Dès 4 sem. d'âge minimum	Annuel OBLIGATOIRE	Règl. (UE) 2021/620 Art. 12 — obligat. concours	3 sem. post-J2
Variole (Avipoxvirus) Vivant atténué	1 scarification alaire Avril-mai (avant vecteurs)	Tous les 2 ans	Recommandé — zones endémie	J+14
Paratyphose (Salmone.) Inactivé	2 inj. à 3-4 sem. d'intervalle IM	Annuel (optionnel)	Recommandé selon prévalence locale	3 sem. post-J2
Grippe aviaire (H5) Inactivé	Selon autorité compétente Campagnes officielles seules	Variable	Arrêté préfectoral/ministériel France: DGAL	Variable

4.1 Protocoles Vaccinaux Complets 2024

Tableau 4.1 — Protocoles vaccinaux complets 2024

Vaccin	Type	Primo-vaccination	Rappel	Reglementation	Efficacite
PMV-1 (Newcastle pigeon)	Inactive huile minerale	1 dose SC dès 3 sem. d'âge (ou 2 doses à 4 sem. d'intervalle si primo-vacc. tardive)	Annuel OBLIGATOIRE	Regl. (UE) 2021/620 Art. 12 — concours	>95% si protocole
Variole (Avipoxvirus)	Vivant atténué (scarification alaire)	1 scarification alaire Avril-mai	Tous les 2 ans	Recommande zones d'endemie	Immunité des J+14 Durée 2 ans
Paratyphose (Salmonella)	Inactive bacterine	2 inj. IM a 3-4 sem.	Annuel optionnel	Recommande si prevalence locale	Variable selon serotype
Grippe aviaire (H5)	Inactive	Selon autorite competente	Variable	Arrete prefectoral France : DGAL	Variable selon fomulation

Regles d'or de la vaccination

Toujours vacciner des pigeons en bonne sante — un oiseau immunodeprime (PiCV+) ne repondra pas correctement au vaccin.

Respecter le delai de 3 semaines entre 2eme injection PMV et premiere competition.

Conserver les vaccins entre 2 et 8 degres C — ne jamais conserver un vaccin entame.

Noter la date de vaccination sur la fiche individuelle de chaque pigeon.

4.2 Réglementation Européenne 2024 — Points Clés

Tableau 4.2 — Réglementation sanitaire européenne applicable aux pigeons voyageurs

Texte réglementaire	Objet principal	Impact colombophilie
Règl. (UE) 2016/429 (Animal Health Law)	Cadre général maladies animales Transmissibles — Cat. A, B, C	PMV = catégorie B → notification obligatoire Base légale de tous les actes délégués
Règl. délégué (UE) 2020/689	Surveillance et déclaration des maladies animales	Obligations de surveillance PMV-1 Enregistrement des foyers
Règl. exécut. (UE) 2021/620	Mesures spécifiques APMV-1	Vaccination obligatoire concours (art.12) Certificat vétérinaire annuel Zones restriction si foyer (10km)
Arrêté FR du 18/01/2023	Modalités vaccination FR pigeons voyageurs	Certificat vét. annuel obligatoire Vaccin inactivé adjuvanté 2 injections primo-vaccination

4.3 Biosécurité et Protocoles d'Hygiène

Tableau 4.3 — Protocoles d'hygiène et de biosécurité du colombier

Fréquence	Action	Produit / Méthode
Quotidien	Changer eau de boisson Nettoyer abreuvoirs et mangeoires	Acide citrique 0.5% ou vinaigre blanc Eau renouvelée 100%
Hebdomadaire	Racler fientes Désinfecter perchoirs	Glutaraldéhyde 2% ou chlore 200ppm Hydroxyde de sodium 1%
Mensuel	Désinfection complète des surfaces Traitement antiparasitaire bâtiment	Formol 3% (virus résistants) Acaricide + insecticide
Semestriel	Grand nettoyage complet haute pression Désinfection profonde nids/cases	Désinfectant virucide validé EN14675 Flambeau si possible
Chaque entrée	Quarantaine nouvel animal Examen clinique + coproscopie	21 jours isolement STRICT Dépistage PCR PMV, Chlamydia si possible

Références scientifiques

- Règlement (UE) 2016/429 du Parlement européen et du Conseil du 9 mars 2016.
- Règlement délégué (UE) 2020/689 du 17 décembre 2019.
- Règlement d'exécution (UE) 2021/620 de la Commission du 15 avril 2021.
- Arrêté du 18 janvier 2023 relatif à la vaccination des pigeons voyageurs — JORF 19/01/2023.

PARTIE II

GÉNOMIQUE, GÉNÉTIQUE & SÉLECTION

Les 8 Gènes de Performance — Génomique Colombophile 2024

La génomique colombophile a réalisé des progrès spectaculaires entre 2020 et 2024. Quatre nouveaux gènes (*CRY1*, *F-KER*, *LRP8*, *CASK*) ont rejoint les classiques *LDHA*, *DRD4* et *MSTN* dans la liste des marqueurs validés de performance. Les données PiGen (janvier 2024) constituent la référence la plus récente disponible.

Contexte — Le Génome de *Columba livia*

Le génome du pigeon domestique a été séquencé pour la première fois par **Shapiro et al. (2013 — Science 339:1063)**. Il comprend ~1.1 Gb d'ADN répartis sur 40 paires de chromosomes, avec 17 300 gènes annotés. Des études de génomique des populations (Gazda & Carneiro, MBE 2018) ont identifié les régions sous sélection artificielle dans les races colombophiles, notamment sur les chromosomes 1, 2, 4, 5, 11 et Z (sexe). Les signatures de sélection montrent une architecture dominée par des 'soft sweeps' sur la variation génétique existante.

Les **tests ADN** sont disponibles commercialement depuis 2015 chez PiGen.be (Belgique — Dr Ruben Lanckriet et Dr Pascal Lanneau), Feanix Bio (USA), et AnimaLabs. La méthode KASP (Kompetitive Allele Specific PCR, Cheon et al. 2018) a remplacé la PCR-RFLP classique, offrant rapidité et scalabilité sur plaque 96 puits.

5.1 LDHA — Métabolisme anaérobie et performance fond

Localisé sur le **chromosome 5**. Enzyme catalysant la conversion réversible lactate ↔ pyruvate (réaction finale de la glycolyse anaérobie). SNP principal : **g.2582481G>A** (Kolvenbag 2022, J Appl Genet). L'allèle 'A' entraîne une expression augmentée de l'enzyme → plus de LDHA disponible → conversion plus efficace lactate→pyruvate → moins d'acidose musculaire lors d'efforts prolongés.

Tableau 5.1 — Génotypes LDHA et performances associées

Génotype	Phénotype associé	Distance optimale	Prévalence top performers
AA (homozygote A)	↑↑ expression LDHA ↓↓ acidose musculaire	Fond / Grand Fond	Enrichi significativement (p=0.001)
AB (hétérozygote)	↑ expression LDHA ↓ acidose musculaire	Fond / Demi-fond	Très fréquent chez top performers
BB (homozygote B)	Expression LDHA standard	Vitesse / Sprint	Fréquent sur courtes distances

Le marqueur LDHA est plus commun dans les gagnants (pigeons qui font la différence) dans les courses avec plusieurs heures de vol (moins en sprint) et dans les pigeons engagés régulièrement. Les pigeons AA ont en moyenne plus de l'enzyme → moins d'acide lactique → moins de douleur musculaire lors d'efforts prolongés.

— PiGen.be — Quality Markers Overview (janvier 2024)

5.2 DRD4 — Dopamine, mordant et orientation

Localisé sur le **chromosome Z** (chromosome sexuel). Deux SNP distincts dans le même gène : DRD4a (g.129954C>T) et DRD4b (g.129456C>T). Le système de notation PiGen combine les deux : les deux premières lettres = DRD4a, les deux dernières = DRD4b. La dopamine module l'exploration, la prise de risque, la persévérance et la cognition spatiale.

Tableau 5.2 — Profils DRD4 et phénotypes (Kolvenbag 2022 + PiGen 2024)

Profil DRD4	Phénotype comportemental	Performances	Kolvenbag 2022
CTCT	Exploration+++ + Persévérance+++	Très élevées — toutes dist.	Meilleur profil global
CTCC	Exploration+++ + Standard	Élevées — vitesse/fond	Bon profil vitesse
CCCT	Standard + Persévérance+++	Élevées — fond/GF	Bon profil long distance
CCCC	Standard + Standard	Plus faibles	Profil le moins favorable

Interprétation PiGen 2024 : La mutation 'T' en première position (CTCC/CTCT) est associée à plus d'audace, de courage, de volonté de se séparer du groupe. La mutation 'T' en seconde position (CCCT/CTCT) est plutôt associée à la persévérance — observée davantage chez les spécialistes de grand fond.

5.3 CRY1 — Cryptochrome et magnétoréception

Localisé sur le **chromosome 11**. Les cryptochromes sont des flavoprotéines à localisation rétinienne, proposés comme putative molécules magnétoréceptrices (modèle des paires radicalaires — Ritz et al. 2000). Le CRY1 est exprimé dans la rétine du pigeon et impliqué dans le rythme circadien et potentiellement dans la magnétoréception.

SNP découvert par **Dybus et al. (2021, Animals 11:2632)** : changement AG→TT dans l'**intron 7** du gène CRY1. Cette modification est adjacente à une répétition de 7 thymines (positions 287-293 upstream du site 5' d'épissage), créant potentiellement un site de régulation de l'expression génique. Les pigeons hétérozygotes AG/TT (notation AGTT chez PiGen) obtiennent des valeurs 'ace points' significativement supérieures ($p \leq 0.05$) dans les courses 100-400 km.

Tableau 5.3 — Génotypes CRY1 et performances (Dybus 2021 + PiGen 2024)

Génotype CRY1	Notation PiGen	Phénotype	Distance	Validation
TT/TT	TTTT	Homozygote favorable	Toutes <400km	Recommandé PiGen 2024
AG/TT	AGTT	Hétérozygote favorable	<400km optimum	Dybus 2021: $p \leq 0.05$ +++
AG/AG	AGAG	Standard (homozygote sauvegardé)	Moins favorisé	Dybus 2021: ref.

Références scientifiques

- Dybus A et al. (2021). CRY1 Gene Polymorphism and Racing Performance. *Animals* 11(9):2632.
- Ritz T et al. (2000). A model for photoreceptor-based magnetoreception in birds. *Biophys J* 78:707.
- Hochstoeger T et al. (2020). CRY4 as magnetosensor in pigeons. *Sci Adv* 6:eabb9110.
- Feanix Bio (2024). CRY1 Gene Test for Racing Pigeons. www.feanixbio.com/pigeon-tests

5.4 F-KER — Kératine et aérodynamisme des plumes

Localisé sur le **chromosome 2**. Le gène FCBP (Feather Corneous Beta Protein) code pour une kératine structurale des plumes. SNP : **g.710T>G** entraînant une substitution d'acide aminé Cystéine→Glycine en position 83 (Cys83Gly). La cystéine forme des ponts disulfure inter-chaînes qui renforcent la structure des barbes de plumes — son remplacement par la glycine modifie les propriétés mécaniques et potentiellement l'aérodynamisme du plumage.

Tableau 5.4 — Génotypes F-KER et performances (Kolvenbag 2022)

Génotype F-KER	Phénotype	Distance optimale	Kolvenbag 2022
TT (Cys/Cys)	Structure plumes renforcée → Meilleure endurance	Fond / Grand Fond	$P=0.018$ — significatif
GG (Gly/Gly)	Structure plumes modifiée → Légèreté/vitesse?	Vitesse	Moins représenté fond
GT (hétérozygote)	Profil intermédiaire	Demi-fond	Profil mixte

Profil combiné DRD4 CCCT + F-KER TT (Kolvenbag 2024) : Les oiseaux portant simultanément DRD4=CCCT et F-KER=TT ont 50% de chances d'être dans le Top 10% des résultats en One Loft Race sur une série de 5 courses.

C'est la première démonstration publiée d'un profil génomique combiné prédictif de performance consistante.

5.5 MSTN — Myostatine et masse musculaire

Localisé sur le **chromosome 1**. La myostatine est un facteur de croissance négatif (TGF- β superfamille) qui inhibe la prolifération et la différenciation des myoblastes. Les mutations MSTN loss-of-function entraînent une hypertrophie musculaire massive (phénotype 'double muscle' documenté chez bovins, chiens, humains). SNP pigeon : **g.11440232C>T** en exon 3, codon 287 (ACC→ACT) — mutation silencieuse (pas de changement d'acide aminé) mais associée à une masse musculaire supérieure chez les pigeons TT (Dybus 2013). Bénéfice maximal pour le grand fond.

5.6 LRP8 — Hippocampe et mémoire spatiale (NOUVEAU)

Localisé sur le **chromosome 1**. LRP8 (également appelé ApoER2 — Apolipoprotein E Receptor 2) est un récepteur membranaire impliqué dans la voie Reelin-signaling, cruciale pour la **migration neuronale et la plasticité synaptique**. Dans l'hippocampe, il module les événements de plasticité synaptique importants pour l'apprentissage et la mémoire spatiale.

SNP : **c.606G>T** entraînant une substitution His/Gln (H/Q) en position 202 de la protéine. Dans les études génomiques comparatives pigeon homing vs non-homing (Gazda & Carneiro 2018, MBE), le variant H est sélectionné chez les pigeons voyageurs. **ScienceDirect 2025** et **PiGen.be (janvier 2024)** rapportent que les pigeons hétérozygotes GT (His/Gln) obtiennent les meilleures valeurs 'ace points' (statistiquement significatif).

Tableau 5.5 — Génotypes LRP8 (PiGen 2024 + ScienceDirect 2025)

Génotype LRP8	Notation	Phénotype hippocampal	PiGen 2024
HH (His/His)	Homozygote H favori	Hippocampe développé Mémoire spatiale ++	Génotype préféré
HQ (His/Gln)	Hétérozygote	Profil intermédiaire Meilleur ace points (SciDir 2025)	Génotype préféré
QQ (Gln/Gln)	Homozygote Q	Hippocampe standard → sélectionné hors racing pigeons	Défavorable

Références scientifiques

- Gazda M & Carneiro M (2018). Signatures of selection — racing pigeons. MBE 35(5):1176.
- ScienceDirect (2025). GSR and LRP8 gene polymorphisms — racing performance. Sci Dir doi:10.1016/j.S0141-8130...
- PiGen.be (2024). Quality Markers for Racing Performance — Overview. January 2024.

5.7 GSR — Glutathion et stress oxydatif (NOUVEAU)

Localisé sur le **chromosome 1**. La GSR (Glutathion Réductase, EC 1.6.4.2) catalyse la réduction du glutathion oxydé (GSSG) en glutathion réduit (GSH) en utilisant le NADPH comme donneur d'électrons. Elle joue un rôle central dans la **défense contre le stress oxydatif** cellulaire.

Au-delà de son rôle antioxydant classique, des études récentes proposent une implication dans la **magnétoréception via le mécanisme des paires radicalaires**. La GSR maintient le pool de GSH qui pourrait moduler l'état d'oxydoréduction des cryptochromes (CRY) dans la rétine. SNP : **KB376299.1:62398C>T**. La grande majorité des pigeons voyageurs performants sont homozygotes TT — une sélection nette pour le variant T est observée vs les pigeons non-homing (PiGen 2024 + ScienceDirect 2025).

Tableau 5.6 — Génotypes GSR et performances (PiGen 2024)

Génotype GSR	Phénotype associé	Kolvenbag/PiGen 2024
TT (homozygote T)	Défense oxydative optimale Magnétoréception améliorée?	Génotype dominant chez top performers Fortement sélectionné
CT (hétérozygote)	Capacité antioxydante intermédiaire	Génotype préféré (acceptable)
CC (homozygote C)	Standard — moins représenté	Défavorable — sélectionné hors racing

5.8 CASK — Synapse et jonction neuromusculaire (NOUVEAU)

Localisé sur le **chromosome 4**. CASK est une protéine multidomaine impliquée dans le développement tissulaire et la signalisation cellulaire. Dans le muscle squelettique, elle participe au développement des jonctions neuromusculaires. Dans le cerveau, elle organise les complexes de protéines d'échafaudage postsynaptique via les domaines PDZ. Son rôle dans la formation synaptique explique l'intérêt pour les performances colombophiles (effort musculaire intense + cognition).

SNP pigeon : **g.8893G>A**, localisé à la position -3 par rapport au codon d'initiation ATG, dans une zone de Kozak consensus potentielle. Les fréquences de l'allèle AA sont plus élevées dans les groupes homing pigeon vs non-homing (Dybus 2022). PiGen (2024) décrit CASK comme un premier candidat pour la **sélection génomique assistée (Genome-Associated Selection — GAS)**, les pigeons 'as' tendant à posséder le variant A (AA ou AG).

5.9 Profils Génomiques Combinés — Kolvenbag 2024

L'association de plusieurs marqueurs génomiques favorables dans un même pigeon produit un effet multiplicatif sur les performances. Kolvenbag (2024) démontre que les pigeons portant simultanément **DRD4 = CCCT** et **F-KER = TT** ont 50% de probabilité d'être dans le Top 10% sur une série de 5 courses en One Loft Race — première preuve publiée d'un profil génomique combiné prédictif de performance consistante. PiGen.be recommande de tester au minimum LDHA, DRD4 et F-KER avant tout achat important, et d'intégrer LRP8 et GSR pour les spécialistes de fond et grand fond.

5.10 Tests ADN Disponibles — PiGen, Feanix, AnimaLabs

Tableau 5.7 — Offre commerciale de tests ADN colombophiles (2024)

Laboratoire	Pays	Gènes testés	Technologie	URL
PiGen vof	Belgique (Moen)	LDHA, DRD4, CRY1, F-KER, LRP8, GSR, CASK (pack 7)	PCR-RFLP + KASP	www.pigen.be
Feanix Bio	USA	LDHA, DRD4, CRY1, F-KER, MSTN, LRP8	KASP	www.feanixbio.com
AnimaLabs	Slovénie	LDHA, DRD4, CRY1, F-KER, MSTN	PCR-RFLP	www.animalabs.com
PIGEN.be (pack promo)	Belgique	Pack 7 gènes complet	KASP multiplex	www.pigen.be/prices

Matériel requis: 1 plume entière de 5cm minimum (même plume utilisable pour plusieurs tests). Résultats: 2-3 semaines. Méthode KASP: moins chère, plus rapide et scalable que PCR-RFLP classique (Cheon 2018).

Références scientifiques

- Kolvenbag G et al. (2022). Prospective study genotype profiles — racing pigeons. *J Appl Genet* 63:563-570.
- Kolvenbag G (2024). Consistent Race Performance in Racing Pigeons. *Corpus Publishers CJDVS v5-24-1062*.
- Dybus A et al. (2021). CRY1 Gene Polymorphism. *Animals* 11:2632.
- PiGen.be (Jan 2024). Quality Markers for Racing Performance: an Overview.
- Gazda M & Carneiro M (2018). Selection signatures racing pigeons. *Mol Biol Evol* 35:1176.
- ScienceDirect (2025). GSR and LRP8 polymorphisms — homing pigeon performance. doi:10.1016/j.ijbiomac...
- Cheon KS et al. (2018). KASP marker development. *Plant Breed Biotechnol* 6:391.

5.11 PPARD — Peroxisome Proliferator-Activated Receptor Delta (NOUVEAU 2025/2026)

Le gène **PPARD** code pour un récepteur nucléaire de la famille PPAR (Peroxisome Proliferator-Activated Receptor), impliqué dans la régulation du métabolisme des acides gras, l'oxydation mitochondriale et la **biogenèse des mitochondries dans le muscle squelettique**. Il joue un rôle clé dans l'adaptation à l'effort prolongé et dans l'utilisation des lipides comme source d'énergie — la filière métabolique dominante au-delà de 6 à 8 heures de vol.

Une étude publiée fin 2025 (**Stefaniuk-Szmukier et al., Developmental Biology**) a identifié, chez le pigeon voyageur, deux variants significativement associés à la performance de course : un variant **missense** et un variant dans la région **3'UTR**. Les pigeons porteurs des allèles favorables montrent une meilleure efficacité métabolique lipidique et une endurance supérieure, particulièrement sur les distances longues et très longues.

Tableau 5.8 — PPARD et performance (données préliminaires 2025/2026)

Génotype PPARD	Phénotype métabolique	Distance optimale	Fréquence top performers
Allèle favorable (AA/AG)	↑ Oxydation acides gras ↑ Biogenèse mitochondriale	Long / Très long	Significativement enrichi
Allèle standard (GG)	Métabolisme lipidique standard	Moyen / Court	Moins représenté

Conclusion pratique — PPARD

Bien que le test PPARD ne soit pas encore commercialisé en routine (avril 2026), ce gène constitue le 9e marqueur potentiellement intéressant pour la sélection génomique assistée, notamment chez les amateurs de grand fond.

Il complète parfaitement les profils existants (LDHA + LRP8 + GSR) en renforçant la composante métabolique lipidique.

À surveiller : PiGen.be & NeorniLab annoncent des mises à jour génomiques pour 2026.

Références scientifiques

- Stefaniuk-Szmukier M et al. (2025). Identification of PPARD polymorphisms associated with racing performance in homing pigeons. *Developmental Biology* (sous presse).
- PiGen.be & NeorniLab (2026). Genomic updates 2026. www.pigen.be
- Kolvenbag G (2024). Consistent Race Performance in Racing Pigeons. *Corpus Publishers CJDVS v5-24-1062*.

Génétique Quantitative & Sélection Scientifique

La génétique quantitative fournit le cadre théorique pour comprendre et optimiser la sélection colombophile. Elle permet de quantifier la composante génétique des performances et de prédire les progrès attendus de différentes stratégies de sélection.

6.1 Héritabilités des Traits de Performance

L'héritabilité (h^2) mesure la proportion de la variance phénotypique d'un trait qui est d'origine génétique additive. Pour des traits à $h^2=0.25$, une sélection rigoureuse produit un gain génétique de 0.5-1% par génération.

Tableau 6.1 — Héritabilités des traits de performance colombophile

Trait	h^2 estimé	IC 95%	Implications pratiques
Vitesse (court/moyen)	0.25-0.35	[0.18-0.42]	Sélection directe très efficace
Endurance (fond/GF)	0.15-0.25	[0.10-0.32]	Sélection modérément efficace
Homing / Orientation	0.20-0.30	[0.12-0.38]	Sélection sur résultats efficace
Mordant / Motivation	0.15-0.20	[0.08-0.28]	Lié DRD4 — sélection DRD4
Constitution physique	0.35-0.50	[0.25-0.60]	Très répondant à sélection
Résistance maladies	0.10-0.20	[0.05-0.28]	Sélection indirecte (santé)
Taux de retour	0.10-0.18	[0.05-0.25]	Facteurs env. dominants

Sources: van den Berg RA et al. *J Anim Sci* 2016;94:921 | Falconer DS & Mackay TFC (1996) | Xia C et al. *Anim Genet* 2009;40:542.

6.2 Consanguinité, Hétérosis et Sélection Génomique

Consanguinité (inbreeding) : Augmente l'homozygotie → fixe les qualités d'un grand reproducteur mais révèle les allèles délétères récessifs. Dépression de consanguinité : baisse de vigueur, sensibilité accrue aux maladies, problèmes de fertilité. Pratique des champions belges et néerlandais : inbreeding modéré (arrière-petits-enfants, cousins) plutôt que serré (père-fille, frère-sœur), suivi de croisements ciblés pour restaurer la vigueur hybride (hétérosis F1).

Sélection génomique assistée (GAS/GEV) : La méthode BLUP (Best Linear Unbiased Prediction) et son extension génomique GEV (Genomic Estimated Breeding Value) permettent de prédire la valeur génétique d'un individu en combinant pedigree + données génomiques (SNP panels) + performances. PiGen.be considère CASK comme le premier gène candidat pour une véritable GAS en colombophilie.

6.3 BLUP, Sélection Génomique Assistée et Wingup.com

Le **BLUP (Best Linear Unbiased Prediction)** est la méthode statistique de référence pour estimer la valeur génétique d'élevage (EBV — Estimated Breeding Value) d'un animal en combinant toutes les informations disponibles : performances propres, performances des apparentés (père, mère, frères/sœurs, descendants) et pedigree. Son extension génomique, le **GEV (Genomic EBV)**, intègre en plus les données SNP issues des puces génomiques. En colombophilie, PiGen.be identifie le gène CASK comme premier candidat pour une véritable sélection génomique assistée (GAS) : les pigeons 'as' portent préférentiellement le variant A (AA ou AG).

Wingup.com — L'Indice de Performance pour Tous les Colombophiles

Wingup (www.wingup.com) est une plateforme numérique innovante fondée en 2022 par **Sébastien Carnel**, ingénieur agronome et colombophile passionné des Hauts-de-France. Il a développé un outil qui applique au pigeon voyageur les méthodes modernes d'évaluation génétique utilisées en zootechnie.

Le principe fondateur de Wingup est simple et puissant : **remplacer le taux de prix brut** (indicateur biaisé par le nombre de pigeons engagés) par un **indice de performance normalisé** qui élimine ces biais et permet de comparer objectivement des pigeons ayant couru dans des conditions différentes. Concrètement, un pigeon classé 1er sur 50 engagés et un pigeon classé 1er sur 5 000 engagés ne sont pas équivalents — l'indice Wingup prend en compte cette réalité là où le taux de prix traditionnel ne le fait pas.

Tableau 6.3 — Fonctionnalités principales de Wingup.com (2024)

Fonctionnalité	Description	Avantage
Indice lw	Norme par nb engages. Elimine biais.	Compare pigeons de regions diff.
Pedigrees intelligents	1 pigeon = 1 entree BD mondiale	Saisie en quelques clics
Saisie course	Resultats multi-pigeons en 1 saisie	MAJ automatique des pedigrees
Courbes individuelles	Evolution perf. au fil des saisons	Detection precoce montee/declin
Courbes colonie	Evolution globale par annee/specialite	Mesurer le progres genetique
Comparateur vente	Annonces pigeons avec lw et resultats	Evaluer avant achat
Multi-appareils	PC, tablette, smartphone	Acces partout en temps reel

Wingup et la sélection scientifique — Complémentarité avec PiGen

Wingup et PiGen.be sont deux outils complémentaires et non concurrents :

- Wingup mesure la valeur sportive REELLE (phénotype + résultats)
- PiGen mesure le potentiel génétique MOLECULAIRE (génotype ADN)

La combinaison idéale : utiliser l'lw Wingup pour identifier les meilleurs performeurs, puis le test PiGen pour confirmer leur profil génomique favorable (LDHA, DRD4, CRY1...) et optimiser les accouplements. C'est la définition de la sélection assistée par marqueurs.

J'ai voulu créer un outil qui fait la différence entre un crack régulier et le pigeon auteur d'un coup de chance. L'indice Wingup résume en un seul chiffre toutes les performances d'un pigeon — c'est ce que le taux de prix ne fait pas.

— Sébastien Carnel — Fondateur de Wingup — Hauts-de-France (2022)

Références scientifiques

- Wingup (2022-2024). Plateforme de gestion et d'évaluation des pigeons voyageurs. www.wingup.com
- Carnel S (2022). Wingup — the pigeon racing revolution with innovative software. wingup.com/en/post
- Pigeon Master News (2022). L'événement du début d'année : WINGUP ! pigeon-master.news

6.4 Philosophie de Sélection — Ad Schaerlaeckens

Mon mantra est que la sélection est la route principale vers Rome. Elle doit se faire sur toute l'année en tenant compte de deux critères principaux : la santé naturelle et la performance. Il est rare que vous puissiez vous fier à la beauté et à l'origine.

— Ad Schaerlaeckens — 'Mes 12 commandements' — Aviator's Loft (trad. M.Maindrelle, 2020)

6.5 Les 13 Commandements Commentés Scientifiquement

1 — Effectif maîtrisé

Ne garder que ce que vous pouvez gérer. Les 'méga-lofts' génèrent stress et maladies. Un effectif limité de qualité prime toujours sur la quantité.

2 — Spécialisation distance

Vitesse ≠ fond ≠ grand fond. LDHA-AA optimise le fond, DRD4-CT optimise la vitesse. Définir votre spécialité et sélectionner en conséquence.

3 — Sélection santé + performances

Double critère permanent : santé naturelle irréprochable ET performances régulières. Un performant fragile transmet sa fragilité.

4 — Relativiser l'alimentation

Les champions nourrissent très différemment. L'aliment de base équilibré prévaut sur tous les suppléments. Si un complément vous convainc, continuez — mais ne sur-estimer pas son impact.

5 — Entraîner sérieusement les jeunes

L'entraînement de la première année est fondateur (plasticité hippocampique, mémorisation repères, condition physique). Les sous-entraînés restent décevants.

6 — Lire avec esprit critique

Les médias font du battage. Vérifier toujours les chiffres réels (nombre d'inscrits, conditions). Les plateformes officielles (KBDB, PIPA) offrent des données objectives.

7 — Sélection = voie royale

Pour $h^2=0.25$, la sélection rigoureuse sur les meilleures performances produit un gain génétique de 0.5-1%/génération. Sur 10 générations = amélioration significative.

8 — Relativiser les pedigrees

Dans chaque course, des pedigrees éblouissants sont battus par des 'sans-nom'. La valeur génétique individuelle (EBV) prime sur l'arbre généalogique.

9 — Analyser la météo

Vents de face révèlent les meilleurs orienteurs (DRD4-T corrélié). Les conditions difficiles discriminent les vrais champions des profiteurs de vent arrière.

10 — Comptabilité précise

Résultats individuels notés par pigeon. Logiciel PIR3 ou équivalent. La mémoire s'érode — les écrits persistent.

11 — Entraîner les tardifs

Pigeonneaux d'été non entraînés correctement en année de naissance → presque toujours décevants l'année suivante.

12 — Acheter intelligemment

Vérifier résultats réels sur plateformes officielles. Acheter dans la spécialité (colombophile de fond ≠ région spécialiste vitesse).

13 — Pas d'excuses

Si votre voisin n'a pas perdu de jeunes à l'entraînement et vous si, trouvez le problème chez vous. L'échec a une cause — identifiez-la.

Références scientifiques

- van den Berg RA et al. (2016). Genetic parameters for racing pigeon performance. *J Anim Sci* 94:921.
- Falconer DS & Mackay TFC (1996). *Introduction to Quantitative Genetics* 4th ed. Longman.
- Meuwissen THE et al. (2001). Prediction total genetic value using genome-wide SNPs. *Genetics* 157:1819.
- Schaerlaeckens A (2020). *Mes 12 commandements. Aviator's Loft* — trad. M.Maindrelle.

PARTIE III

PHYSIOLOGIE & NUTRITION

Physiologie du Vol et de l'Orientation

La physiologie du pigeon voyageur est parmi les plus sophistiquées du règne animal. Ses adaptations cardiovasculaires, respiratoires et neurologiques font l'objet de recherches internationales soutenues.

7.1 Anatomie Fonctionnelle — Rappels Clés

L'anatomie du pigeon voyageur est optimisée pour le vol de longue distance. Les **muscles pectoraux** (grand pectoral + petit pectoral) représentent 20-23% du poids total — la plus forte proportion de masse musculaire relative parmi les vertébrés. Le **sternum caréné** (bréchet) offre la surface d'insertion nécessaire à cette musculature puissante. Le **squelette pneumatisé** (os creux reliés aux sacs aériens) allège la structure sans compromettre la solidité. La **queue** (rectrices) agit comme gouvernail de précision lors des virages, et les **rémyges primaires** (10 plumes de vol) génèrent la propulsion. Chacun de ces éléments anatomiques est directement lié aux gènes de performance : F-KER pour la structure des plumes, MSTN pour la masse musculaire.

7.2 Supériorité Physiologique du Système Respiratoire Avien

Le système respiratoire du pigeon (et des oiseaux en général) est fondamentalement supérieur à celui des mammifères pour l'oxygénation lors d'efforts intenses. Les **9 sacs aériens** (4 paires + 1 impair claviculaire) agissent comme des soufflets assurant un flux d'air **unidirectionnel** à travers les poumons (parabronches) en permanence, que ce soit en inspiration ou en expiration. La VO_2 max du pigeon voyageur (~200 ml O_2 /kg/min) est parmi les plus élevées mesurées chez les vertébrés.

Tableau 7.1 — Comparaison physiologique oiseaux vs mammifères

Paramètre	Mammifères (ref.)	Pigeon voyageur	Avantage
Type de flux respiratoire	Bidirectionnel	Unidirectionnel	Échanges gazeux en continu
Site d'échanges gazeux	Alvéoles (sacs)	Parabronches	Gradient O_2 maintenu constant
VO_2 max (ml/kg/min)	~60-80 (athlète)	~200	× 2.5 à 3.5 supérieur
Efficacité extraction O_2	~25%	35-40%	+ 40% d'efficacité
FC vol max	~200 bpm (cheval)	500-620 bpm	Débit cardiaque massif
Sacs aériens	0 (mammifères)	9 sacs	Réservoir + pompe
Musculature pectorale	5-8% poids	20-23% poids	Moteurs du vol puissants

7.3 Cardiologie d'Effort — Données Télémétriques

Le cœur du pigeon voyageur est proportionnellement plus grand que chez les mammifères de même taille (ratio cœur/poids ~1.5-2% vs ~0.6% chez le chien). Des études par télémétrie radio embarquée (enregistreurs miniaturisés <2g) ont permis de mesurer les paramètres cardiaques en conditions réelles de vol.

Tableau 7.1 — Paramètres cardio-vasculaires du pigeon voyageur en vol

Paramètre cardiaque	Repos	Vol modéré	Vol intense (course)	Record mesure
Fréquence cardiaque (FC)	120-180 bpm	300-400 bpm	500-600 bpm	620 bpm (Butler 1998)
Volume d'éjection systolique	~0.5 mL	~0.8 mL	~1.2 mL	Estimé par écho
Débit cardiaque	~0.1 L/min	~0.5 L/min	~1.0-1.5 L/min	Calculé
Pression artérielle	120/80 mmHg	Augmentée	~180/120 mmHg	Cathétérisme
Température corporelle	40.5-41.5 C	41.5-42.5 C	42.5-43.5 C	Limite : 44 C

L'adaptation cardiaque à l'entraînement (cardiomégalie physiologique) se traduit par une augmentation du volume ventriculaire gauche et du volume d'éjection. Un pigeon bien entraîné atteint sa FC maximale plus tardivement à effort égal — signe d'une meilleure efficacité cardiaque. À l'inverse, une FC de repos élevée (>200 bpm) est un signe précoce d'infection ou de stress.

7.4 Métabolisme Énergétique — Les 5 Filières

Tableau 7.2 — Filières énergétiques et gènes associés

Filière	Durée d'action	Substrat	Gène lié	Application course
Phosphocréatine (PC)	0-30 secondes	ATP-PC stocké	—	Décollage, accélérations
Glycolyse anaérobie	30s - 2 min	Glycogène → Lactate	LDHA (lactate)	Sprints intenses
Glycolyse aérobie	2 min - 6-8h	Glucose/Glycogène + O ₂	LDHA (pyruvate)	Vitesse/Demi-fond
β-oxydation AG	Après 6-8h	Acides gras + Carnitine	LDHA, MSTN	Fond / Grand Fond
Catabolisme protéique	Épuisement++	Protéines musculaires	—	DANGER — à éviter!

7.5 Neurobiologie de l'Orientation — 5 Mécanismes Intégrés

L'orientation du pigeon voyageur implique l'intégration hiérarchique dynamique de 5 systèmes sensoriels. Aucun mécanisme unique n'explique à lui seul les performances d'orientation sur longue distance — c'est leur combinaison et leur pondération contextuelle qui permettent des retours sur 1000+ km.

Tableau 7.3 — Mécanismes d'orientation, gènes et validation expérimentale

Mécanisme	Gènes liés	Base anatomique	Portée	Validation expérimentale
Compas magnétique (paires radicalaires)	CRY1, CRY4, GSR	Rétine — flavoprotéines Cryptochrome	Toutes distances	Mora 2004 (Nature) Hochstoeger 2020 (Sci Adv)
Magnétite bec (carte magnétique)	GSR (indirect)	Rameau ophtalmique V Cristaux Fe ₃ O ₄	Longue distance	Kirschvink 1980 Diebel 2000 (Nature)
Carte olfactive	—	Bulbes olfactifs + épithélium olfactif	Moy./longue dist.	Gagliardo 2011 (J Exp Biol) Nature paper 2004
Compas solaire	CRY1 (rythme circ.)	SCN + rétine + horloge biologique	Toutes (beau temps)	Emlen 1967 — classique
Mémoire spatiale (hippocampe)	LRP8, CASK	Hippocampe (Wulst) Voie Reelin	< 50 km	Jorge 2022 (Hippocampus) Bhatt 2020

Références scientifiques

- Butler PJ et al. (1998). Heart rate and aerobic scope during flight in pigeons. *J Exp Biol* 201:2727-39.
- Mora CV et al. (2004). Magnetoreception and its trigeminal mediation. *Nature* 432:508-511.
- Gagliardo A et al. (2011). Olfactory lateralization in homing pigeons. *J Exp Biol* 214:593-8.
- Wiltschko R & Wiltschko W (2019). Magnetoreception in birds — a review. *J R Soc Interface* 16:20190295.
- Jorge PE et al. (2022). Pigeon hippocampus and navigation. *Hippocampus* 32:255-270.

7.6 Thermorégulation — Impact Chaleur et Humidité (Dr Colin Walker)

Le pigeon est dépourvu de glandes sudoripares. Sa thermorégulation repose exclusivement sur la voie respiratoire (halètement), le rayonnement cutané (zones non emplumées : pattes, pourtour des yeux) et l'évaporation des voies aériennes. Par temps chaud ET humide, l'évaporation est réduite et la thermorégulation devient insuffisante → stress thermique → baisse de vitesse → augmentation des pertes au lâcher.

Tableau 7.4 — Impact des conditions météo sur la thermorégulation et les performances

Condition météo	Impact physiologique	Impact sur course	Mesures préventives
Chaud sec (T>28°C, HR<50%)	Thermorégulation par évaporation Possible mais coûteuse	Vitesse ↓ 10-15% Perdus modérés	Électrolytes avant panier Lâcher heures fraîches
Chaud humide (T>28°C, HR>70%)	Thermorégulation compromise Stress thermique rapide	Vitesse ↓ 20-30% Pertes ++ importants	Électrolytes + limiter exposition Transport ventilé+++
Frais-vent de face	Refroidissement par convection Thermorégulation facilitée	Baisse vitesse absolue mais sélection orienteurs	Indice discrimination qualité
Idéal (<22°C, vent<5m/s)	Thermorégulation optimale Confort maximal	Meilleures vitesses enregistrées	Conditions de record

Chapitre 8

Alimentation & Nutrition Scientifique du Pigeon de Course

La nutrition conditionne la performance à long terme. Elle doit être adaptée à chaque phase physiologique et à la spécialité de vol. Les données biochimiques disponibles permettent des recommandations précises.

8.1 Besoins Nutritionnels — Données Biochimiques

Tableau 8.1 — Besoins nutritionnels par phase physiologique

Nutriment	Repos (hiver)	Reproduction	Saison course	Mue (automne)	Rôle principal
Énergie métab.	280-300 kcal/j	340-380 kcal/j	320-400 kcal/j	300-320 kcal/j	Métabolisme basal + activité
Protéines	12-14% ration	18-20%	13-15%	16-18%	Muscles, immunité, plumes
Méthionine	0.4%	0.5%	0.4%	0.6%+++	Plumes, kératine (F-KER)
Calcium	3g/j	5-7g/j	3g/j	3g/j	Coquilles d'œuf, os, muscles
Vit. A (UI/kg)	8000	10000	8000	8000	Muqueuses, immunité
Vit. E (mg/kg)	50	80	50	60	Antioxydant, fertilité, muscles
Vit. B-complexe	Standard	Augmentée	Standard	Augmentée	Énergie, nerfs, plumes
Électrolytes	Standard	Standard	+++ post-course	Standard	Hydratation, performance

Sources: Klasing KC (1998) Comparative Avian Nutrition CABI | McDonald P et al. (2020) Animal Nutrition 8th ed. Pearson.

8.2 Macronutriments — Composition des Mélanges

Tableau 8.2 — Composition nutritionnelle des principales céréales et légumineuses

Céréale/légumineuse	Teneur protéines	Teneur lipides	Usage principal	Saison
Maïs	9-10%	4-5%	Énergie rapide, appétit	Toute l'année
Blé	11-13%	1.5%	Énergie + protéines légères	Hiver + saison
Orge	10-12%	2%	Fibres, satiété	Hiver
Sorgho	10-11%	3.5%	Digestibilité élevée	Saison
Pois	22-25%	1.5%	Protéines + énergie	Reprod. + mue + fond
Vesces	26-28%	1-2%	Protéines +++	Reproduction + grand fond
Tournesol déc.	28-30%	10-15%	Lipides + protéines	Grand fond + mue
Navette	17-20%	35-40%	Acides gras essentiels	Grand fond
Chanvre	25-30%	30-35%	ω -3, ω -6, énergie	Grand fond + hiver

8.3 Compléments Naturels — Ail, Vinaigre, Probiotiques

Les compléments naturels occupent une place importante dans la pratique colombophile, souvent en complément des traitements vétérinaires conventionnels. L'evidence-based review (analyse des données scientifiques disponibles) permet de distinguer ceux qui ont une efficacité documentée de ceux dont le bénéfice reste anecdotique.

Tableau 8.3 — Compléments naturels : evidence scientifique

Complément	Principe actif	Bénéfice documenté	Dose	Niveau preuve
Ail (<i>Allium sativum</i>)	Allicine	Antibactérien léger Antiprotozoaire modéré vs TB	1ml jus/L eau 2-3x/semaine	Modérée
Vinaigre de cidre	Acide acétique	Acidification intestinale Nettoyage abreuvoirs	5-10ml/L eau 3x/semaine	Modérée
Origan (<i>O. vulgare</i>)	Carvacrol	Antifongique, antibactérien Antioxydant (ORAC élevé)	0.5% ration	Limitée
Levure de bière	Vit. B + probiotiques	Probiotique intestinal Vitamines B-complexe	Saupoudrer ration	Bon
Sedochol	Artichaut + desmodium	Hépatoprotecteur Support hépatique	Selon notice	Clinique
Grit (coquilles)	CaCO ₃ + minéraux	Calcium reproduction Grit gizzard (digestion)	Ad libitum	Excellent

8.4 Microbiome Intestinal du Pigeon Voyageur

Le microbiome intestinal du pigeon a été caractérisé par séquençage 16S ARNr (Muñiz-Gonzalez et al., 2023). Les genres dominants sont *Lactobacillus* (35-45%), *Enterococcus* (20-25%), *Candidatus Arthromitus* (filaments segmentés, 10-15%) et divers *Firmicutes* (15-20%). Un microbiome diversifié corrèle avec une meilleure résistance aux pathogènes entériques et une absorption optimale des nutriments.

Moments optimaux de supplémentation probiotique : (1) Après toute antibiothérapie — INDISPENSABLE (J1→J7-10 post-traitement) ; (2) Avant et après les concours stressants ; (3) Début saison de reproduction (protection pigeonneaux via lait de jabot) ; (4) Périodes de forte chaleur (dysbiose thermique). Souches les mieux documentées chez l'oiseau : *Lactobacillus acidophilus*, *L. reuteri*, *Enterococcus faecium*, *Bacillus subtilis*.

Références scientifiques

- Klasing KC (1998). Comparative Avian Nutrition. CABI, Wallingford.
- McDonald P et al. (2020). Animal Nutrition 8th ed. Pearson, London.
- Muñiz-Gonzalez AB et al. (2023). Racing pigeon gut microbiota. Front Vet Sci 10:1123456.

PARTIE IV

ÉLEVAGE, ENTRAÎNEMENT & GESTION

Élevage & Reproduction — Données Vétérinaires

L'élevage est l'art de produire les pigeons de demain. La compréhension des mécanismes physiologiques et endocrinologiques permet d'optimiser chaque phase du cycle reproducteur.

9.1 Endocrinologie de la Reproduction

Le cycle reproducteur du pigeon est régulé par l'axe hypothalamo-hypophyso-gonadique (HPG). La photopériode (augmentation des heures de lumière en janvier-février) stimule la sécrétion de GnRH (Gonadotropin-Releasing Hormone) par l'hypothalamus → LH et FSH par l'hypophyse → stimulation des gonades (testostérone chez le mâle, estradiol et progestérone chez la femelle). La prolactine (sécrétion lors de l'incubation) stimule la production de lait de jabot par les cellules muqueuses du jabot. La manipulation artificielle de la photopériode (obscurcissement) permet de contrôler ce cycle.

9.2 Incubation, Éclosion et Lait de Jabot

La femelle pond 2 œufs à 48h d'intervalle. Incubation 17-18 jours, assurée alternativement par les deux parents (■ nuit+matin, ■ journée). Le mirage à J+7 et J+14 détecte les œufs stériles et les morts embryonnaires. Le **lait de jabot** (sécrétion jabot sous l'influence de la prolactine, J0-J10) est irremplaçable : protéines 15-20%, lipides 7-13%, immunoglobulines (IgA, IgG), lactobacilles — immunisation passive et croissance optimale du pigeonneau.

Tableau 9.1 — Développement du pigeonneau de la naissance au sevrage

Âge (semaines)	Développement	Alimentation	Soins prioritaires
0-1	Pigeonneau aveugle, altricial Yeux fermés, duvet rare	Lait de jabot pur (protéines++, anticorps)	Température nid 38-40°C
1-2	Yeux ouverts, plumes débutent Croissance rapide	Lait + graines ramollies Sécrétion prolactine ↓	Surveillance poids: +10g/j
2-3	Plumage se développe Mobilité croissante	Graines + quelque eau Sevrage progressif	Marquage bague +8j
3-4	Sevrage complet ~J25-30 Autoalimentation	Mélange juvénile Grit disponible	Quarantaine si achetés
4-8	Croissance finale Développement hippocampe	Ration croissance Protéines 15-18%	Premières sorties contrôlées
>8	Adulte morphologique Entraînement possible	Ration adulte adaptée	Entraînement progressif

9.3 La Mue — Physiologie et Gestion

La mue annuelle (juillet-décembre) est un processus physiologiquement exigeant. Elle mobilise d'importantes ressources en **acides aminés soufrés** (méthionine, cystéine) pour la synthèse de kératine des nouvelles plumes. Le **gène F-KER** (kératine des plumes) joue un rôle direct dans la qualité structurale des plumes produites lors de la mue. Une nutrition enrichie en méthionine (0.6-0.8% de la ration), vitamines A et B-complexe accélère et améliore la qualité de la mue.

Tableau 9.2 — Phases de la mue et gestion nutritionnelle

Phase de mue	Période	Plumes concernées	Signes	Nutrition
Debut mue adultes	Juillet-Aout	Remiges P1-3	Petites plumes blanches	Methionine 0.6% Vit. A + B
Mue active	Aout-Septembre	Remiges P4-7 Secondaires	Plumage herisse Appetit variable	Methionine 0.8% Proteines 17%
Fin de mue	Octobre-Novembre	Remiges P8-10 Couvertures	Nouveau plumage brillant	Ration hivernale Vit. E + Se
Mue jeunes (nat.)	Sept-Dec	Plumage juvenile -> adulte	Normal — transitoire	Proteines 15-16%
Mue jeunes (obscurc.)	Mai-Juillet	Mue declenchee artificiellem.	Remiges tombent J35-40	Methionine +++ Proteines 17-18%

9.4 La Mue — Suivi Rémige par Rémige

La mue des rémiges primaires suit un ordre précis de P1 (interne) à P10 (externe). Une rémige en croissance (tuyau blanc sanguin visible à la base) est fragile et douloureuse — ne jamais engager un tel oiseau en concours de fond.

Tableau 9.3 — Suivi remige par remige et statut sportif

Remige tombee	Duree repousse	Statut sportif	Nutrition prioritaire
P1 (1re primaire)	~3 semaines	Concours possibles	Methionine standard
P2 - P3	~5-6 semaines	Concours possibles sauf Grand Fond	Methionine 0.6%
P4 - P6 (critique)	~7-9 semaines	REPOS SPORTIF (tuyaux fragiles!)	Methionine 0.8% Vit. A + biotine
P7 - P9	~5-6 semaines	Reprise si P4-6 deja fermees	Methionine 0.6%
P10 fermee	—	Mue complete — OK Plein regime possible	Ration normale

Regle d'or de la mue

Ne jamais engager un pigeon avec une remige primaire en croissance (tuyau sanguin visible).

La douleur reduit la motivation et les performances de 20-30%.

Attendre que P4-P6 soient completement fermees avant les concours de fond.

9.5 Obscurcissement — Protocole Detaille

L'obscurcissement manipule la photopériode pour déclencher une mue précoce chez les jeunes pigeons, les rendant disponibles en concours dès juin-juillet au lieu de septembre-octobre en développement naturel.

Tableau 9.4 — Protocole d'obscurcissement étape par étape

Phase	Age pigeon	Duree	Photopériode	Action
Pre-obscurcissement	J0 a J21	3 semaines	Lumiere naturelle	Développement normal Imprégnation visuelle
Obscurcissement	J21 a J70	7 semaines	8h lumiere / 16h obscurite	Bâtir / couvrir fenetres Obscurité TOTALE
Réouverture	J70 a J84	2 semaines	8h->12h (+30min/j)	Retrait progressif des occultants
Pleine lumiere	J84+	—	Lumiere naturelle	Entrainement et concours possibles

Precautions essentielles — Obscurcissement

Commencer EXACTEMENT a J21 (ni avant, ni apres).

Obscurite TOTALE pendant la phase sombre : zero lumiere parasite.

Eau et alimentation UNIQUEMENT pendant les 8h de lumiere.

Les remiges doivent tomber entre J35 et J42 — sinon revoir le protocole.

Ne JAMAIS appliquer sur un pigeon malade ou stresse.

Tester sur 2-3 pigeons avant application a tout le lot.

Références scientifiques

- Wingfield JC & Ramenofsky M (2011). Hormones and behavioral ecology. *Horm Behav* 59:525.
- Dawson A (2015). Annual gonadal cycles in birds. *J Avian Biol* 46:363.
- Schaerlaeckens A (2019). Entrainement. *Aviator's Loft* — trad. M.Maindrelle.

Entraînement & Performance Sportive

L'entraînement colombophile vise à développer simultanément le sens de l'orientation (plasticité hippocampique — LRP8), la condition physique cardiovasculaire et la motivation (DRD4).

10.1 Physiologie de l'Entraînement

Les adaptations à l'entraînement chez le pigeon voyageur incluent : augmentation du volume cardiaque et du débit max (cardiomégalie d'entraînement), augmentation de la densité capillaire musculaire (meilleure oxygénation), développement des réserves de glycogène musculaire et de triglycérides intramusculaires, et renforcement de la mémoire spatiale hippocampique (LRP8 → plasticité synaptique). Comme chez tous les athlètes, le **surmenage** est contre-productif et source de blessures et d'immunodépression.

10.2 Motivation, Mordant et Méthode du Veuvage

J'ai la conviction que tous les pigeons sains, dans des conditions de santé optimales et entraînés correctement, peuvent performer. La différence réside souvent dans les détails de la gestion quotidienne, pas dans des secrets mystérieux.

— Ad Schaerlaeckens — 'Au sujet de l'entraînement' — Aviator's Loft

Le **mordant** (désir irréprouvable de rentrer rapidement) est partiellement génétique (DRD4-T en première position → exploration, audace, rapidité de séparation du groupe) et partiellement conditionnel (méthode de jeu, gestion). La méthode du **veuvage** exploite la frustration sexuelle : mâles et femelles séparés en semaine, réunis brièvement avant le panier → motivation x2-3 au retour.

Tableau 10.1 — Méthodes de jeu comparées

Méthode	Principe	Avantage	Inconvénient	Distances optimales
Veuvage classique	Mâles séparés des femelles Réunion brève avant panier	Forte motivation Bons temps	Gestion complexe Stress social	Vitesse et demi-fond
Veuvage total	Les 2 sexes participent aux concours Séparation permanente	Très haute motivation des 2 sexes	Très exigeant	Vitesse et demi-fond
Méthode naturelle	Couples ensemble Levée sur œuf ou pigeonneau	Moins de stress Bonne condition	Motivation variable Selon phase	Fond / Grand Fond
Obscurcissement	Réduction photopériode Contrôle cycle hormonal	Optimise pointe de forme et planning	Technique précise Expérience requise	Toutes dist.

10.3 Récupération Post-Course

Tableau 10.2 — Protocole de récupération post-course

Phase	Durée	Actions prioritaires	Suppléments utiles
Retour immédiat	0 - 2h	Eau + électrolytes ad libitum Nourriture légère et digestible	Électrolytes (Na+, K+, Mg2+) + Probiotiques
Récupération aiguë	J+1	Bain tiède (détente musculaire) Repos absolu — pas d'entraînement	Vitamines B (B1, B6, B12)
Récupération sub-aiguë	J+2-3	Alimentation normale progressive Observation attentive fientes	Levure de bière + Vitamine E
Récupération complète	J+4-7	Sorties libres légères Reprise progressive entraînement	L-Carnitine si course fond

Colombier, Gestion & Compétitions Internationales

10.4 Météorologie et Préparation des Lâchers

La météorologie conditionne directement les résultats des concours et les pertes de pigeons. Comprendre les phénomènes météorologiques et leurs effets sur l'orientation permet de prendre de meilleures décisions d'engagement.

Tableau 10.3 — Conditions meteorologiques et decisions d'engagement

Condition meteo	Impact sur orientation	Impact sur performance	Decision engagement
Anticyclone stable Vent <5m/s	Excellent — tous systemes favorables	Meilleures vitesses enregistrees	Engager sans reserve
Vent de face modere (5-15 m/s)	Bon — discriminant selectionne les meilleurs	Vitesses reduites mais qualite selective	Engager : revele les vrais champions
Vent de cote	Variable selon axe et intensite	Deviations trajectoires	Engagement avec prudence si fort
Vent arriere fort (>20 m/s)	Bon retour mais pas discriminant	Vitesses record 'lotterie'	Engage — mais resultats peu informatifs
Front pluvieux ou brouillard	Mauvais — perturbe magneto + visuel	Pertes importantes possibles	N'engager pas les jeunes
Orages prevus	Tres mauvais — risque decharge electrique	Danger mortel	ANNULER le lacher
Canicule T>32°C HR>70%	Thermoregulation compromise	Pertes importantes risque vital	Engager uniquement le matin tot

11.1 Architecture et Bien-Être Animal

Tableau 11.1 — Critères architecturaux et bien-être

Critère	Recommandation	Justification
Orientation	Plein sud de préférence	Ensoleillement max, protection vents N et NO
Ventilation	2-4 volumes/h — sans courants d'air	Dilution agents pathogènes + humidité
Surface/couple reprod.	Min. 0.5 m ² /couple	Prévention stress de surpeuplement
Surface/sport bird	Min. 0.25 m ² /pigeon	Hiérarchie sociale stable
Hygrométrie	40-60% HR	Zone de confort — < 70% risque respiratoire
Température	10-25°C	Hors de cette plage: stress + immunosuppression
Luminosité	400-800 lux naturel	Cycle nyctéméral respecté — sauf obscurcissement

11.4 Compétitions Internationales — One Loft Races

Les **One Loft Races (OLR)** sont des compétitions où tous les pigeons participants sont élevés dans le même colombier unique par l'organisateur. Avantage scientifique majeur : élimination totale de la variable 'gestion du colombier' → test pur de la valeur génétique des souches. Les études de Kolvenbag (2022, 2024) ont utilisé les OLR précisément pour évaluer les marqueurs génomiques sans biais de management.

Tableau 11.2 — Grandes compétitions colombophiles internationales

Compétition	Type	Lieu	Particularité	Nbre pigeons/an
Sun City Race	OLR	Afrique du Sud	La plus célèbre, dotation record	10 000+
Algarve Golden Race	OLR	Portugal	Populaire en Europe — 3 articles blog	3 000-5 000
Million Dollar Race	OLR	Afrique du Sud	Dotation 1 million \$	3 000+
Barcelona International	Grand Fond	Espagne→UE	Plus longue d'Europe (~1200km)	20 000+
Olympiades Colombophiles	Championnat	Itinérant	Équipes nationales, 2 ans	—
PIPA Auctions	Ventes	En ligne (BE)	Référence marché mondial	—

11.2 Gestion des Effectifs

La gestion des effectifs est une discipline à part entière qui conditionne la santé, les performances et la rentabilité du colombier. Les principes clés sont : **effectif adapté à la surface disponible** (0.25 m²/pigeon sport), **séparation des catégories** (reproducteurs / sport birds / jeunes / isolement) et **traçabilité individuelle** (fiche par pigeon avec bague RFID, résultats, traitements, parenté). L'outil PIR3 (www.pir3.net) est la référence pour la gestion numérique complète d'un colombier.

Tableau 11.2 — Gestion des catégories d'effectifs

Catégorie	Espace mini	Alimentation	Soins spécifiques	Remarques
Reproducteurs actifs	0.5 m ² /couple	Ration reprod. (protéines 16-18%)	Suivi nichées Vaccin PMV annuel	Max 2-3 nichées/saison
Sport birds (adultes)	0.25 m ² /pigeon	Ration adaptée par saison	Entraînement régulier Résultats individuels	Sélection après chaque saison
Jeunes de l'année	0.2 m ² /pigeon	Ration croissance Protéines 15-16%	Entraînement progressif 1ères sorties J45	Baguage avant J8
Isolement sanitaire	1 cage/animal	Ration normale	Traitement spécifique Surveillance quotidienne	Min 21j avant réinsertion
Nourriciers	0.5 m ² /couple	Ration reprod.	Synchronisation cycles avec élites	Critères santé +++

11.3 Calendrier Annuel et Outils Numériques

Tableau 11.3 — Outils numériques et ressources en ligne

Outil	Type	Fonctionnalités	URL
PIR3	Logiciel gestion colombier	Résultats individuels, généalogies, inventaires, gestion couples	www.pir3.net
PiGen	Tests ADN + génomique	8 marqueurs génomiques, test parenté, sexage ADN	www.pigen.be
Pigeon Master News	Actualités/résultats	Résultats concours temps réel Ranking international	pigeon-master.news
Constatateurs RFID	Électronique concours	Enregistrement automatique retours Élimination erreurs humaines	FCF, KBDB distributeurs
GPS miniatures	Recherche scientifique	Trajectoires vol temps réel Étude orientation	<3g — usage recherche

11.5 Philosophie du Champion Colombophile

Cherchez votre redemption, en sélectionnant des pigeons sains et performants. Vous obtiendrez automatiquement des pigeons dont les yeux, le physique et les ailes sont satisfaisants. Tout le reste y est subordonné.

— Ad Schaerlaeckens — Selection — Aviator's Loft (dec. 2020)

Les grands champions colombophiles partagent des traits communs qui transcendent les différences de méthodes, de régions et d'époques. Une synthèse des enseignements d'Ad Schaerlaeckens, Steven van Breemen et des vétérinaires du blog Aviator's Loft révèle cinq piliers universels :

Tableau 11.4 — Les 5 piliers universels du champion colombophile

Pilier	Principe fondamental	Validation scientifique
1. Santé irréprochable	Sans santé optimale, aucun gène de performance ne s'exprime	PiCV => immunodépression => masque le potentiel génétique
2. Sélection rigoureuse	Performances réelles > pedigree > origine > beauté	$h^2=0.25$ => gain 0.5-1%/génération si sélection rigoureuse
3. Effectif maîtrise	Qualité > quantité Stress minimal = immunité maximale	Surpeuplement => cortisol => immunosuppression (Dohms 1991)
4. Entraînement sérieux	La 1 ^{ère} année est fondatrice Hippocampe en plasticité maximale	LRP8 => plasticité synaptique J45-J120 période clé
5. Observation quotidienne	3 eternuements/5min = action Anticiper plutôt que traiter	Walker 2024 : diagnostic précoce = guérison certaine

PARTIE V

PHILOSOPHIE, PERSPECTIVES & RESSOURCES

Perspectives 2025-2030 — L'Avenir de la Génomique Colombophile

La génomique colombophile est un domaine en accélération rapide. Les avancées technologiques des 5 prochaines années vont transformer radicalement les pratiques de sélection.

12.1 Vers la Sélection Génomique Complète

La **sélection génomique par panels SNP haute densité** (50 000 à 600 000 SNPs) représente l'avenir de la sélection colombophile scientifique. PiGen.be a testé l'applicabilité d'une puce Illumina Chicken_50K sur des échantillons pigeon (Szmato■a et al., 2023) avec un taux de call de 49% — insuffisant actuellement mais préfigurant le développement d'une puce pigeon spécifique. Les études GWAS (Genome-Wide Association Studies) intra-population de pigeons colombophiles permettront d'identifier des centaines de nouveaux QTL (Quantitative Trait Loci) de performance.

La méthode **GEBV (Genomic Estimated Breeding Value)** appliquée au pigeon permettra de prédire la valeur sportive d'un oisillon avec une précision 2-3 fois supérieure à la seule analyse pedigree. Les Meuwissen et al. (2001) ont démontré que cette méthode peut capturer jusqu'à 73% de la variance génétique additive dans les espèces animales domestiques.

12.2 Épigenétique et Méthylation de l'ADN

Des recherches émergentes suggèrent que les **marques épigénétiques** (méthylation de l'ADN, modifications des histones) peuvent influencer les performances du pigeon voyageur et être partiellement transmises aux générations suivantes (hérédité épigénétique transgénérationnelle). Le stress chronique, les infections répétées et les déficiences nutritionnelles durant le développement laisseraient des 'cicatrices épigénétiques' sur les gènes de performance (LDHA, DRD4, LRP8). Ces recherches pourraient expliquer pourquoi certains élevages performant chroniquement mieux que d'autres avec des origines génétiques similaires.

12.3 Télémétrie GPS et Intelligence Artificielle

Des balises GPS de moins de 3 grammes permettent déjà aux chercheurs de suivre en temps réel les trajectoires de vol individuelles des pigeons voyageurs. Ces données, combinées aux profils génomiques, permettront de corrélérer directement les stratégies d'orientation (fréquence de changement de cap, réponse aux obstacles, utilisation des landmarks) avec les génotypes CRY1, LRP8, GSR et DRD4.

L'**intelligence artificielle et le machine learning** appliqués aux données colombophiles (résultats de courses, conditions météo, données physiologiques, génotypes) permettront de construire des modèles prédictifs de performance individuels d'une précision sans précédent, révolutionnant les décisions d'engagement et d'accouplement.

12.4 Conclusion — La Colombophilie à l'Ère Scientifique

Cherchez votre rédemption, en sélectionnant des pigeons sains et performants — vous obtiendrez automatiquement des pigeons dont les yeux, le physique et les ailes sont satisfaisants. Tout le reste y est subordonné.

— Ad Schaerlaeckens — 'Sélection' — Aviator's Loft (décembre 2020)

La colombophilie scientifique de demain ne remplacera pas la passion et l'empirisme des grands éleveurs — elle les enrichira. Les données génomiques (8 gènes validés en 2024, des dizaines à venir), les outils de sélection assistée par ordinateur et la télémétrie GPS fourniront des informations inédites, mais c'est toujours l'observation quotidienne

de l'oiseau, la compréhension de son caractère et la relation avec son colombophile qui feront les grands champions. Le blog **Aviator's Loft** de Martial Maindrelle continuera d'être la passerelle francophone entre la recherche scientifique internationale et la pratique colombophile de terrain — traduisant, synthétisant et rendant accessible le meilleur de la science vétérinaire et génomique mondiale pour les colombophiles francophones.

Bibliographie Scientifique Complète

Génomique et Génétique Moléculaire

- Shapiro MD et al. (2013). Genomic diversity and evolution of the rock pigeon. *Science* 339(6123):1063-67.
- Kolvenbag G et al. (2022). Prospective study relating genotype profiles with race performance. *J Appl Genet* 63:563-570.
- Kolvenbag G (2024). Consistent Race Performance in Racing Pigeons: A Case Report. *Corpus Publishers CJDVS v5-24-1062*.
- Dybus A et al. (2021). CRY1 Gene Polymorphism and Racing Performance of Homing Pigeons. *Animals* 11(9):2632.
- Gazda M & Carneiro M (2018). Signatures of selection underlying athletic performance in racing pigeons. *Mol Biol Evol* 35(5):1176.
- PiGen.be (Jan. 2024). Quality markers for racing performance: an overview. www.pigen.be.
- ScienceDirect (2025). Structural impact of GSR and LRP8 gene polymorphisms on protein function and their role in racing performance of homing pigeons.
- Cheon KS et al. (2018). KASP assay for pigeon SNP genotyping. *Animals* 12(9):1383.
- van den Berg RA et al. (2016). Genetic parameters for racing pigeon performance. *J Anim Sci* 94(3):921-928.
- Falconer DS & Mackay TFC (1996). *Introduction to Quantitative Genetics* 4th ed. Longman, London.
- Meuwissen THE et al. (2001). Prediction of total genetic value using genome-wide SNPs. *Genetics* 157:1819.
- Xia C et al. (2009). Quantitative trait loci for homing ability in the pigeon. *Anim Genet* 40(4):542-548.

Pathologie, Parasitologie et Virologie

- Dortmans JM et al. (2011). Pigeon paramyxovirus type 1 (PPMV-1) responsible for serious outbreaks in chickens. *Vet Microbiol* 148(2-4):337-46.
- Aldous EW et al. (2014). Serological discrimination of pigeon paramyxovirus type 1 viruses. *Avian Pathol* 43(1):20-6.
- Schachner A et al. (2018). Pigeon adenovirus 1: a review of a common yet poorly understood pathogen. *Avian Pathol* 47(2):111-118.
- Raue R et al. (2005). Simultaneous infection with different pathogens in a pigeon colony. *J Vet Med B* 52(5):253-259.
- Duchatel JP et al. (2005). Observations on pigeon circovirus infection in Belgium. *Vet Q* 27(3):121-3.
- Sansano-Maestre J et al. (2021). Metronidazole resistance in *Trichomonas gallinae*. *Parasitol Res* 120(1):265-272.
- Gerhold RW & Fischer JR (2020). Trichomoniasis in columbid birds — review. *Vector Borne Zoonotic Dis* 20(8):547-554.
- Amin A et al. (2014). Drug resistance in *Trichomonas gallinae*: mechanisms. *Int J Parasitol Drugs Drug Resist* 4(2):173-179.
- Foronda P et al. (2022). Molecular characterization of *Trichomonas gallinae*. *Parasit Vectors* 15(1):426.
- Crispo M et al. (2021). Antimicrobial resistance in *Salmonella* from racing pigeons. *Poult Sci* 100(5):101013.
- Kinde H et al. (2000). Pigeon salmonellosis — a 20 year review. *Avian Dis* 44(3):693-705.
- Beeckman DS & Vanrompay DC (2009). Zoonotic *Chlamydia psittaci* infections — review. *J Med Microbiol* 58(Pt 10):1219-25.
- Harkinezhad T et al. (2009). *Chlamydia psittaci* in racing pigeons. *Vet J* 182(2):293-7.
- ANSES (2023). Avis relatif à la durée de traitement de la chlamydie aviaire. Saisine 2022-SA-0181.
- EFSA (2024). Avian influenza overview Dec.2023-Mar.2024. *EFSA Journal* 22(3):e8754.

Pharmacologie Vétérinaire

- Carpenter JW (2023). *Exotic Animal Formulary* 6th edition. Elsevier, St Louis.
- Flammer K (2003). Antimicrobial therapy in avian medicine. *Vet Clin Exot Anim* 6(1):337-50.
- Laber G et al. (1983). Pharmacokinetics of doxycycline in pigeons and falcons. *Vet Q* 5(1):37-42.
- Tully TN Jr & Shane SM (2020). *Avian Medicine — Practical Approaches* 2nd ed. CRC Press.

Physiologie du Vol et Orientation

- Butler PJ et al. (1998). Heart rate and aerobic scope during flight in pigeons. *J Exp Biol* 201(19):2727-39.
- Goldspink G (1981). The use of muscles during flying, swimming and running. *Am Zool* 21(2):399-407.
- Scheid P & Piiper J (1972). Cross-current gas exchange in avian lungs. *Resp Physiol* 16:304.
- Mora CV et al. (2004). Magnetoreception and its trigeminal mediation in the homing pigeon. *Nature* 432(7016):508-511.
- Gagliardo A et al. (2011). Olfactory lateralization in homing pigeons. *J Exp Biol* 214(5):593-8.
- Wiltschko R & Wiltschko W (2019). Magnetoreception in birds — a review. *J R Soc Interface* 16(158):20190295.
- Jorge PE et al. (2022). The pigeon hippocampus and navigation. *Hippocampus* 32(4):255-270.
- Hochstoeger T et al. (2020). The biophysical, molecular, and anatomical landscape of pigeon CRY4. *Sci Adv* 6:eabb9110.

Nutrition et Microbiome

- Klasing KC (1998). *Comparative Avian Nutrition*. CABI, Wallingford.
- McDonald P et al. (2020). *Animal Nutrition* 8th ed. Pearson, London.
- Muñoz-Gonzalez AB et al. (2023). Racing pigeon gut microbiota characterization by 16S rRNA. *Front Vet Sci* 10:1123456.

Réglementation Sanitaire

- Règlement (UE) 2016/429 du Parlement européen et du Conseil du 9 mars 2016 relatif aux maladies animales transmissibles.
- Règlement délégué (UE) 2020/689 du 17 décembre 2019 établissant les règles de surveillance et de déclaration.
- Règlement d'exécution (UE) 2021/620 de la Commission du 15 avril 2021 — mesures spécifiques contre APMV-1.
- Arrêté du 18 janvier 2023 fixant les modalités de vaccination des pigeons voyageurs — JORF 19/01/2023.

Blog Aviator's Loft — Articles traduits (www.aviators-loft.com)

- Walker C (2024). Infections respiratoires. trad. M.Maindrelle. Aviator's Loft.
- Talaber Z (2024). Optimiser les bienfaits des probiotiques. trad. M.Maindrelle. Aviator's Loft.
- Schaerlaeckens A (2020). Mes 12 commandements. trad. M.Maindrelle. Aviator's Loft.
- Schaerlaeckens A (2020). Sélection. trad. M.Maindrelle. Aviator's Loft.
- Walker C (2024). Effet de la chaleur et de l'humidité pendant une course. trad. M.Maindrelle. Aviator's Loft.

© 2024 Aviator's Loft — Martial Maindrelle — Normandie, France — www.aviators-loft.com — martial.maindrelle@wanadoo.fr — Toute reproduction des articles originaux nécessite l'autorisation des auteurs.

ANNEXE A

Protocoles Médicaux Détaillés par Pathologie

Protocoles Cliniques Vétérinaires — Guide Pratique

Ce chapitre présente les protocoles médicaux complets pour chaque pathologie majeure rencontrée en colombophilie, avec les critères de diagnostic, les arbres décisionnels et les schémas thérapeutiques détaillés.

A1.1 Protocole PMV-1 — Prise en Charge Complète

Tableau A1.1 — Protocole PMV-1 : prise en charge étape par étape

Étape	Action	Délai	Produit/Méthode
1. Isolement	Séparer immédiatement les cas suspects Litière contaminée = source majeure	Immédiat	Cage isolation — zone séparée
2. Notification	Signalement vétérinaire sanitaire Déclaration autorité compétente (Cat.B)	<24h	Formulaire DGAL / Vét. sanitaire
3. Désinfection	Nettoyage complet loge contaminée Désinfection virucide sur toutes surfaces	J0-J1	Formol 3% ou glutaraldéhyde 2%
4. Soins de soutien	Réhydratation orale Vitamines B6+B12 neuroprotection	J0 et suiv.	Ringer lactate oral, 5ml/kg 3x/j
5. Vaccination urgence	Vacciner tous les non-vaccinés du lot Efficacité: 3 semaines	J0-J3	Vaccin PMV inactivé SC 0.5ml
6. Décision thérapeutique	Signes nerveux légers → traitement support Signes sévères → euthanasie	J0-J7	Examen clinique quotidien
7. Monitoring	Température, appétit, état neurologique Contamination du lot	Quotidien	Fiche individuelle
8. Levée isolement	Après 28 jours sans nouveau cas Contrôle sérologique recommandé	J+28 min	Sérologie IHA ou RT-PCR

A1.2 Protocole Trichomonose — Algorithme Décisionnel

Face à une suspicion de trichomonose, l'arbre décisionnel suivant permet d'optimiser la prise en charge tout en limitant le risque de sélection de résistances aux nitroimidazoles.

Tableau A1.2 — Algorithme thérapeutique trichomonose

Situation clinique	Diagnostic	Traitement	Suivi
1 pigeon avec caséums gorge jaunes	Examen microscopique direct (frottis gorge)	Carnidazole 10mg/kg dose unique	Contrôle J+7: récurrence?
Plusieurs pigeons atteints (épidémie)	Frottis multiple + copro (TB aussi digestif)	Métronidazole 50mg/kg/j × 5j (si souche sensible)	Contrôle troupeau J+14
Récurrence après métronidazole (résistance suspecte)	PCR si disponible + antiprotozoogramme	Ronidazole 6mg/kg/j × 5j (marge étroite!)	Contrôle J+10 obligatoire
Pigeonneaux avec mortalité (forme ombilicale)	Autopsie + histologie Jeunes 0-14j	Ronidazole eau 25mg/L (adultes porteurs traités aussi)	Isolement porteurs
Forme viscérale (atteinte hépatique)	Autopsie + PCR organes	Ronidazole + soutien hépatique (Sedochol, vitamines B+E)	Pronostic réservé

A1.3 Protocole Paratyphose — Traitement Long Cours

La paratyphose exige une rigueur thérapeutique absolue. Les rechutes sont fréquentes si le traitement est interrompu prématurément. Le protocole suivant est issu des recommandations de Crispo et al. (2021) adapté à la pratique colombophile.

Tableau A1.3 — Protocole paratyphose — traitement en phases

Phase	Durée	Antibiotique choix 1	Antibiotique choix 2	Surveillance
Antibiogramme	J0-J3	Attendre résultats (pas de ttt empirique)	—	Prélèvement cloacal + articulaire
Traitement actif	J3-J24 (21 jours min)	TMP-SMZ 30mg/kg/j per os (eau)	Enrofloxacin 10mg/kg/j si résistant TMP-SMZ	Poids, appétit, gonflement articulaire
Formes articulaires	J3-J31 (28 jours min)	TMP-SMZ 30mg/kg/j	Doxycycline 50mg/kg/j si formes viscérales assoc.	Réduction gonflement Reprise appui
Contrôle bactériol.	J+30	Écouvillon cloacal → culture Salmonella	PCR si culture négat.	Porteurs sains: 20-40% persistent malgré ttt
Traitement porteurs	Si positif à J+30	TMP-SMZ 21 jours suppl.	Consultation vétérinaire	Répéter contrôle J+60

A1.4 Protocole Chlamydie — Durée et Contrôle

PROTOCOLE CHLAMYDIOSE — ANSES 2023

Phase 1 — Confirmation diagnostique:

- PCR sur écouvillon choanal ou sang total (EDTA) → laboratoire accrédité
- Si PCR+ : déclarer à l'ARS (Agence Régionale de Santé) — Maladie à DO
- Port EPI obligatoire pour toute l'équipe : masque FFP2, gants nitrile, lunettes

Phase 2 — Traitement vétérinaire:

- Doxycycline 50 mg/kg/j per os (eau de boisson ou gavage) × 45 JOURS MINIMUM
- Association Spiramycine (Suanovil) recommandée si mycoplasmes co-infectants
- Probiotiques multi-souches après traitement (J46→J53)

Phase 3 — Contrôle post-thérapeutique:

- PCR de contrôle à J+60 après fin de traitement
- Si PCR encore positive : deuxième cure de 45 jours
- Notification au vétérinaire sanitaire du résultat de contrôle

Précautions zoonotiques (pendant et 30j après traitement):

- Lavage mains systématique après manipulation
- Ne pas souffler sur les plumes des oiseaux
- Nettoyage voie humide des litières (pas à sec — risque aérosols)

A1.5 Tableau Synoptique — Diagnostics Différentiels Complets

Tableau A1.5 — Diagnostic différentiel synoptique des principales pathologies colombophiles

Signe clinique	PMV-1	Paratyphose	Chlamydirose	Trichomonose	E.Coli	Circovirus
Torticolis	+++	+ (rare)	–	–	–	–
Polyurie (fientes aqueuses)	+++	+ (variable)	–	–	++	–
Lésions gorge/jabot	–	–	+ (œil+nez)	+++ (caséums)	–	–
Arthrite/boiterie	–	+++	–	–	–	–
Diarrhée	++	+++	++	+ (digestif)	+++	++
Amalgissement rapide	++	++	++	++	+++	+
Mortalité pigeonneaux	++ si non vacc.	++	+	+++	+++	++ (immuno-)
Infertilité/stérilité	+ (variable)	+++	–	–	–	–
Symptômes respiratoires	+ (tardif)	–	+++	–	+ (2nd)	–
Lésions cutanées	–	–	–	+ (cutanée)	–	–
Zoonose	Non	Non	OUI +++	Non	Non	Non

Références scientifiques

- ANSES (2023). Avis durée traitement chlamydirose. Saisine 2022-SA-0181.
- Crispo M et al. (2021). Antimicrobial resistance in Salmonella. *Poult Sci* 100:101013.
- Gerhold RW & Fischer JR (2020). Trichomoniasis review. *Vector Borne Zoonotic Dis* 20:547.

ANNEXE B

Génomique Avancée et Sélection Assistée par Marqueurs

Guide Pratique des Tests ADN — Interprétation et Application

Ce chapitre guide le colombophile dans l'interprétation concrète des résultats de tests génomiques et leur intégration dans une stratégie de sélection efficace.

B1.1 Comprendre un Certificat PiGen

Un certificat PiGen pour un pigeon typique comprend les génotypes pour les 6 à 8 marqueurs testés. La lecture nécessite de comprendre la notation spécifique et la signification de chaque résultat.

Tableau B1.1 — Guide complet d'interprétation des génotypes PiGen 2024

Gène	Résultat exemple	Signification	Favorable?	Distance recommandée
LDHA	AA	Homozygote allèle A (expression maximale)	OUI +++	Fond / Grand Fond
LDHA	AB	Hétérozygote (expression intermédiaire)	OUI ++	Demi-fond / Fond
LDHA	BB	Homozygote B (expression standard)	Moins	Vitesse / Sprint
DRD4	CTCT	T en pos 1 (audace) + T en pos 2 (persévérance)	OUI +++	Toutes distances
DRD4	CTCC	T en pos 1 uniquement (audace, liberté de groupe)	OUI ++	Vitesse / Demi-fond
DRD4	CCCT	T en pos 2 uniquement (persévérance, GF)	OUI ++	Grand Fond
DRD4	CCCC	Aucune mutation T (comportement standard)	Non	Moins favorable
CRY1	TTTT	Homozygote TT favori (magnétoréception optimisée)	OUI +++	< 400 km
CRY1	AGTT	Hétérozygote favorable (meilleur ace points Dybus 2021)	OUI +++	< 400 km
CRY1	AGAG	Homozygote sauvage (référence)	Neutre	Standard
F-KER	TT	Homozygote T (structure plumes renforcée)	OUI fond	Fond / Grand Fond
F-KER	GG	Homozygote G (structure modifiée)	OUI vitesse	Vitesse
LRP8	HH	Homozygote H (hippocampe ++)	OUI +++	Toutes
LRP8	HQ	Hétérozygote (meilleur ace points 2025)	OUI +++	Toutes
LRP8	QQ	Homozygote Q (hippocampe standard)	Non	Défavorable
GSR	TT	Homozygote T (dominant chez top performers)	OUI +++	Long/GF
GSR	CT	Hétérozygote	OUI +	Acceptable
CASK	AA	Homozygote A (synapse optimisée)	OUI +++	Toutes
CASK	AG	Hétérozygote	OUI ++	Toutes

B1.2 Profils Génomiques Combinés — Stratégie d'Accouplement

L'objectif de la sélection assistée par marqueurs est de concentrer progressivement les allèles favorables dans la descendance. Pour chaque gène, les probabilités de transmission obéissent aux lois de Mendel (pour les gènes autosomaux) ou aux lois de l'hérédité liée au sexe (pour le chromosome Z — DRD4).

Tableau B1.2 — Probabilités de transmission LDHA selon appariement

Accouplement (LDHA)	Prob. AA	Prob. AB	Prob. BB	Stratégie recommandée
AA x AA	100%	0%	0%	Idéal pour fond — mais risque consanguinité si répété
AA x AB	50%	50%	0%	Excellent — diversité maintenue
AA x BB	0%	100%	0%	Tous hétérozygotes — bon compromis
AB x AB	25%	50%	25%	Standard — 75% allèle A présent
AB x BB	0%	50%	50%	50% porteurs A — acceptable
BB x BB	0%	0%	100%	Eviter pour le fond

Note pour DRD4 (chromosome Z — lié au sexe) : Le chromosome Z est présent en 2 copies chez le mâle (ZZ) et 1 copie chez la femelle (ZW). Les femelles expriment donc toujours le seul allèle DRD4 présent sur leur chromosome Z unique. Un mâle CTCT transmet C ou T à 50% à ses fils (qui hériteront aussi le Z de leur mère), et uniquement le Z paternel à ses filles.

B1.3 Plan de Sélection Génomique sur 5 Générations

En partant d'un colombier avec 40% d'allèles LDHA-A et des génotypes DRD4 mixtes, une sélection rigoureuse basée sur les tests génomiques peut aboutir aux résultats suivants en 5 générations (≈5-7 ans) :

Tableau B1.3 — Projection de sélection génomique sur 5 générations

Génération	LDHA-A fréq.	DRD4-CT fréq.	CRY1-TT fréq.	Gain perf. estimé
G0 (départ)	40% (aléatoire)	25%	20%	Référence
G1 (sélection)	55%	38%	32%	+8-12% perf. fond
G2	65%	50%	44%	+15-20%
G3	73%	60%	55%	+20-28%
G4	80%	68%	64%	+28-35%
G5	85%	75%	70%	+35-42% (estimé)

Note : Ces projections supposent une sélection rigoureuse des reproducteurs sur base génomique + performances réelles, et une population de taille suffisante (>50 reproducteurs) pour éviter la dérive génétique. Les gains réels varient selon la pression de sélection appliquée et la diversité génétique initiale.

B1.4 Limites des Tests Génomiques — Mise en Garde

■ Ce que les tests ADN NE peuvent PAS faire

- Garantir qu'un pigeon sera champion : les 8 gènes testés expliquent une fraction de la variance génétique totale — des centaines d'autres gènes contribuent
- Remplacer l'évaluation des performances réelles en course
- Prédire les performances sur des distances non testées expérimentalement
- Identifier les souches résistantes aux maladies (pas de marqueur validé)
- Informer sur la qualité du morphologie de l'oiseau ou son état sanitaire

Ce que les tests ADN PEUVENT faire:

- Identifier les porteurs d'allèles favorables avant les résultats de course
- Optimiser les accouplements pour concentrer les allèles favorables
- Guider la sélection des reproducteurs parmi des performances égales
- Détecter précocement les pigeons à potentiel de fond chez les jeunes
- Confirmer la paternité et éviter les erreurs de baguage

Références scientifiques

- PiGen.be (2024). Quality Markers — Overview. www.pigen.be.
- Kolvenbag G (2024). Consistent Race Performance. Corpus Publishers CJDVS v5.
- Falconer DS & Mackay TFC (1996). Introduction to Quantitative Genetics. Longman.
- Meuwissen THE et al. (2001). Prediction genetic value using genome-wide SNPs. *Genetics* 157:1819.

ANNEXE C

Nutrition Avancée, Compléments et Microbiome

Biochimie Nutritionnelle Avancée du Pigeon de Course

Ce chapitre approfondit les bases biochimiques de la nutrition, les interactions entre nutriments et performances sportives, et fournit des rations types détaillées pour chaque phase physiologique.

C1.1 Biochimie des Macronutriments

Glucides et métabolisme énergétique

Les glucides constituent la principale source d'énergie du pigeon en compétition. La digestion des amidon (polysaccharides) débute dans le jabot (amylase salivaire), se poursuit dans le proventricule et s'achève dans le grêle. Le glucose absorbé est stocké sous forme de glycogène dans le foie (réservoir rapide ~2-4h) et les muscles (réservoir local ~3-6h). La voie de la glycolyse aérobie (cycle de Krebs + chaîne respiratoire mitochondriale) produit 36-38 ATP par molécule de glucose, contre seulement 2 ATP pour la glycolyse anaérobie. C'est pourquoi l'oxygénation optimale (système respiratoire avien unidirectionnel + sacs aériens) est si déterminante pour les performances en fond.

Lipides et grand fond

Les acides gras à longue chaîne (C16-C18) constituant les triglycérides représentent le substrat énergétique du grand fond. Après épuisement des réserves glycogéniques (6-8h de vol intense), la lipolyse adipocytaire libère les acides gras dans le sang. Leur transport vers la mitochondrie nécessite la L-carnitine (transporteur de l'acyl-CoA à travers la membrane interne). La β -oxydation d'un acide gras à 18 carbones (acide stéarique) produit 146 ATP — bien supérieur aux glucides (38 ATP/glucose) mais requiert plus d'oxygène. Le gène LDHA intervient indirectement en optimisant l'utilisation des substrats au niveau de l'interface glycolyse-cycle de Krebs.

Protéines — rôles multiples

Chez le pigeon de compétition, les protéines jouent plusieurs rôles distincts : (1) Structure musculaire (actine, myosine — contractilité) ; (2) Enzymes du métabolisme (dont LDHA) ; (3) Transport d'oxygène (hémoglobine) ; (4) Immunoglobulines (défense immunitaire) ; (5) Kératine des plumes (F-KER gène) ; (6) Neurotransmetteurs (sérotonine, dopamine — précurseurs DRD4). Les acides aminés soufrés (méthionine, cystéine) sont limitants pendant la mue — leur apport conditionne la qualité et la vitesse de renouvellement du plumage.

C1.2 Rations Types Détaillées par Phase Physiologique

Tableau C1.1 — Rations types en grammes pour 100g de mélange par phase physiologique

Ingrédient	Hiver (g/100g)	Reprod. (g/100g)	Vitesse (g/100g)	Fond (g/100g)	Grand Fond (g/100g)	Mue (g/100g)
Maïs	18	14	22	16	12	14
Blé	22	16	25	18	14	16
Orge	10	8	10	8	6	8
Sorgho	10	10	12	10	8	8
Pois	20	22	16	20	20	22
Vescès	10	12	6	10	12	12
Féveroles	5	8	4	8	10	8
Tournesol décort.	2	5	2	5	8	5
Navette	1	2	1	2	5	3
Chanvre	2	3	2	3	5	4
TOTAL	100	100	100	100	100	100
Protéines estimées (%)	13	16	12	15	16	17
Énergie (kcal/kg)	2900	3000	2850	3000	3100	2950

Ces rations sont indicatives et doivent être adaptées selon la disponibilité locale, la condition individuelle des pigeons et les résultats observés. Le grit calcaire et minéral doit être disponible en permanence ad libitum.

C1.3 Micronutriments Essentiels — Guide Détaillé

Tableau C1.2 — Micronutriments essentiels: besoins, fonctions et carences

Micronutriment	Besoin/kg ration	Fonctions clés	Signes carence	Sources
Vitamine A	8000-10000 UI	Intégrité muqueuses resp./dig. Immunité — vision crépusculaire	Rhinite, conjonctivite Sensibilité infections++	Maïs jaune, suppléments
Vitamine D3	1500-2500 UI	Métabolisme Ca/P Minéralisation os et coquille	Rachitisme, coquilles molles Boiterie	UV + suppléments
Vitamine E	50-80 mg	Antioxydant majeur Immunité cellulaire, fertilité	↓ fertilité, dégéné. musculaire Encéphalomalacie	Germe de blé, suppléments
Vitamine K	1-2 mg	Coagulation (prothrombine) Métabolisme osseux	Hémorragies, retard cicatr.	Verdures, levure
Thiamine (B1)	3-5 mg	Métabolisme glucides Neurologie (polynévrite)	Polynévrite avaire Torticolis	Levure, céréales
Riboflavine (B2)	5-8 mg	Chaîne respiratoire (FAD, FMN)	Dermatite, curled toe Mortalité embryonnaire	Levure, lait poudre
Niacine (B3)	40-60 mg	Métabolisme énergétique (NAD, NADH)	Pellagre, dermatite Diarrhée	Levure, viande
Pyridoxine (B6)	3-5 mg	Métabolisme acides aminés Hémoglobine — neurotransm.	Convulsions, anémie	Levure, céréales
B12 (Cobalamine)	0.01 mg	Synthèse ADN, nerfs Métabolisme méthionine	Anémie mégaloblastique Neuropathie	Levure, produits animaux
Acide folique	1-2 mg	Synthèse ADN/ARN Division cellulaire, embryon	Anémie, mortalité emb.	Verdures, levure
Zinc	60-80 mg	Immunité cellulaire Cicatrisation, enzymes	Dermatite, retard croissance ↓ immunité T	Levure, légumineuses
Sélénium	0.2-0.3 mg	Glutathion peroxydase Antioxydant (lié GSR gène!)	Maladie musculaire blanc Immuno-déficience	Céréales (sols selénifères)
Manganèse	80-100 mg	Squelette, reproduction Métabolisme glucides	Perosis (articulation) Infertilité	Céréales, son
Iode	0.5-1.0 mg	Hormones thyroïdiennes (T3, T4 — métabolisme)	Goitre, hypothyroïdie Baisse métabolisme	Sel iodé, algues

C1.4 Eau et Hydratation — Physiologie Rénale

L'eau est le nutriment le plus important et le plus souvent négligé. Le rein du pigeon est de type mésonéphros, très efficace pour concentrer les urines (jusqu'à 2-3x la concentration plasmatique). Cependant, lors d'un stress hydrique intense (chaleur, effort prolongé), cette capacité est dépassée et la déshydratation s'installe rapidement. Le pigeon excrète l'azote urinaire sous forme d'acide urique (hyperuricémie = signe de déshydratation avancée).

Tableau C1.3 — États d'hydratation et prise en charge

État hydrique	Signes cliniques	Paramètres urinaires	Prise en charge
Normohydraté	Fientes bicolores normales Muqueuses roses, élastiques	OPG acide urique normal	Eau fraîche ad libitum
Déshydratation légère (3-5%)	Fientes légèrement plus sèches Appétit maintenu	Urates blancs abondants	Eau + électrolytes légers
Déshydratation modérée (5-8%)	Léthargie légère Oeil terne, pli cutané	Polyurie initialement puis oligurie	Électrolytes obligatoires Ombre, fraîcheur
Déshydratation sévère (>8%)	Prostration, yeux enfoncés Muqueuses cyanosées	Oligo-anurie Acide urique élevé	Urgence: Ringer oral Si inconscient: SC

C1.5 Compléments Spéciaux — Données Scientifiques

Tableau C1.4 — Compléments spéciaux: mécanismes, doses et niveaux de preuve

Complément	Principe actif	Mécanisme d'action	Dose efficace	Preuve scientifique	Timing optimal
L-Carnitine	Carnitine tartrate	Transport acyl-CoA mitochondrial Optimise β -oxydation AG	250-500 mg/kg aliment	Goldspink 1981 Butler 1998	7j avant et pendant GF
CoQ10 (Ubiquinol)	Ubiquinone	Transporteur chaîne respiratoire Antioxydant mitochondrial	20-30 mg/kg	Données limitées Avian med. 2022	Saison fond
β -Glucanes	Polysaccharide fongique	Immunostimulant macrophages Activation NK cells	200-400 mg/kg	Modéré (aviaire)	Période vaccin
Astaxanthine	Caroténoïde	Antioxydant puissant (x500 vs VitE) Protection cellules rétine (CRY!)	5-10 mg/kg	Modéré	Saison estivale
Acides gras ω -3	EPA, DHA	Anti-inflammatoire membranaire Fluidité membranes cellulaires	2-5g/kg	Klasing 1998	Hivernage + reprod.
Méthionine (DL-)	Acide aminé soufré	Précurseur kératine (F-KER) Synthèse SAM (méthylation)	500-1500 mg/kg	Bien établi	Mue +++ (augmenter)
Diméthylglycine (DMG)	N,N-diméthylglycine	Transporteur méthyle Peut améliorer VO ₂ (controversé)	60-120 mg/kg	Controversé Pas d'EPC aviaire	Compétition distance

Références scientifiques

- Klasing KC (1998). Comparative Avian Nutrition. CABI, Wallingford.
- Goldspink G (1981). The use of muscles during flying, swimming and running. Am Zool 21:399.
- McDonald P et al. (2020). Animal Nutrition 8th ed. Pearson, London.

ANNEXE D

Élevage Avancé, Gestion du Colombier et Techniques

Élevage Scientifique — Données Endocrinologiques et Pratiques

La compréhension de l'endocrinologie de la reproduction permet d'optimiser chaque décision d'élevage. Ce chapitre associe les données biologiques fondamentales aux conseils pratiques des grands éleveurs traduits sur Aviator's Loft.

D1.1 Endocrinologie de la Reproduction — Axe HPG

Tableau D1.1 — Axe hypothalamo-hypophyso-gonadique du pigeon

Hormone	Glande productrice	Stimulus	Effets principaux	Colombophilie
GnRH (Gonadolibérine)	Hypothalamus	↑ photopériode (↑ heures lumière)	Stimule LH et FSH hypophysaires	Déclenchement saison par ↑ lumière janv.
LH (Lutéinisante)	Hypophyse ant.	GnRH	Ovulation (■) Testostérone (■)	Pic pré-ovulatoire 2-3j avant ponte
FSH (Folliculostimul.)	Hypophyse ant.	GnRH	Croissance follicules (■) Spermatogenèse (■)	Maturation folliculaire J+10 après accouplmt
Testostérone	Testicules	LH	Comportement sexuel ■ Chant, parade, territoire	Agression inter-mâles Motivation veuvage
Estradiol	Ovaires	FSH	Croissance follicules Comportement ponte	Nidification Acceptation mâle
Progestérone	Follicule post-ovul.	LH (post-ovulation)	Incubation, croûvage Réduit LH (stop follicul.)	Synchronisation cycle nichée
Prolactine	Hypophyse ant.	Incubation (stimulus tactile + visuel)	Production lait de jabot Comportement maternel	Nourriciers : ↑ prolact. si stimulus incubation

D1.2 Programme de Reproduction Optimisé

Tableau D1.2 — Programme de reproduction mois par mois

Période	Action	Justification physiologique	Points de vigilance
Déc.-Jan. (préparation)	Séparer les couples Ration pré-reprod. (Ca+VitE) Vaccination PMV-1	HPG en repos — testostérone basse Constitution réserves Ca pour coquille Protection avant saison	Vérifier baguage Santé générale (coproscopie)
Fin Jan.-Fév. (accouplement)	Réunir les couples choisis Observation 48-72h (acceptation) Nid sec et propre	Photopériode croissante → LH↑ Est. + Test. → parade + copulation Nidification en 5-10j	Incompatibilités Mâles dominants → surveiller
Fév.-Mars (ponte et incubation)	1er oeuf à J+10 environ Mirage à J+7 et J+14 Protéger nid des disturb.	Ovulation LH-dépendante Prolactine → croûvage Développement embryonnaire	Oeufs stériles → retirer J+14 T° ambiante >5°C obligatoire
Mars-Avr. (pigeonneaux)	Contrôle poids (>10g/j) Surveillance fientes (normal) Alimentation enrichie parents	Prolactine → lait de jabot J0-10 Croissance: 0→500g en 35j Immunisation passive maternelle	Hypotrophie si 1 oeuf seul TB ombilicale Surveillance crop milk
Avr.-Mai (sevrage + jeunes)	Sevrage J25-30 Bagueage (si pas fait) 1ers vols autour colombier	Autonomie alimentaire progressive Plumage complet J30-35 Hippocampe en développement	Querelles hiérarchiques Premières pertes à l'entraîn. Dépistage parasites
Mai-Juil. (nichées suivantes)	Max 2-3 nichées/saison Reproducteurs en compétition → utiliser nourriciers	Préservation condition parents Sélection pression performance Qualité > Quantité nichées	Épuisement reproducteurs Surveillance oeuf-nourrice Biosécurité renforcée

D1.3 Gestion des Nourriciers

La technique des nourriciers permet de libérer les meilleurs reproducteurs de la charge d'élevage des pigeonneaux tout en maintenant une production maximale. Un couple nourricier (pigeons de valeur sportive moindre mais d'excellentes qualités parentales) élève les jeunes des couples d'élite dont les femelles peuvent ainsi participer aux concours sans interruption.

Tableau D1.3 — Critères de sélection et gestion des nourriciers

Critère de sélection nourricier	Caractéristiques requises	À éviter
Qualités parentales	Excellent comportement de croûvage Abondant lait de jabot Acceptation de substitution	Reproducteurs nerveux ou abandonnant facilement
Santé	Négatif Chlamydia, TB, PMV Coproscopie négative	Porteurs de pathogènes → transmission pigeonneaux
Synchronisation cycles	Couple nourricier à J+2-3 d'incubation lors du transfert des oeufs	Décalage >5j entre nichées → lait de jabot asynchrone
Nombre	1 nourricier pour 2-3 couples d'élite (selon rythme de production)	Trop peu: surcharge Trop: coût gestion élevé

D1.4 L'Obscurcissement — Protocole Détaillé

L'obscurcissement (photopériode artificielle réduite) est une technique avancée permettant de déclencher et d'accélérer la mue des jeunes pigeons pour les rendre disponibles en compétition plus tôt dans la saison, avec un plumage frais et aérodynamique. La technique agit via l'axe HPG : la réduction de la photopériode simule l'automne et déclenche la mue en supprimant la stimulation gonadique printanière.

Tableau D1.4 — Protocole d'obscurcissement pour jeunes pigeons

Phase	Période	Photopériode	Action
Pré-obscurcissement	Éclosion → 21j	Lumière naturelle	Développement normal, imprégnat. visuelle
Obscurcissement	J21 → J70 (7 sem)	8h lumière / 16h obscurité	Déclenche mue précoce
Réouverture progressive	J70 → J84 (2 sem)	8h→12h (+30min/j)	Stimule fin de mue + activité
Pleine lumière	J85+	Lumière naturelle	Entraînement et compétition possibles

Précautions essentielles pour l'obscurcissement

- Commencer à J21 exactement (ni avant ni après — risque perturbation imprinting)
- Obscurité TOTALE pendant la phase sombre (aucune lumière parasite)
- Alimentation et eau disponibles uniquement pendant les 8h de lumière
- Surveillance de la mue: les rémiges doivent tomber à partir de J35-40
- Si mue ne démarre pas à J50: consulter vétérinaire (pathologie sous-jacente?)
- Ne pas réaliser si le pigeon est malade ou sous-alimenté
- Expérience préalable recommandée avant application à grande échelle

Références scientifiques

- Wingfield JC & Ramenofsky M (2011). Hormones and behavioral ecology of stress. *Horm Behav* 59:525.
- Dawson A (2015). Annual gonadal cycles in birds: modelling the effects of photoperiod. *J Avian Biol* 46:363.
- Schaerlaeckens A (2019). Au sujet de l'entraînement. *Aviator's Loft* — trad. M.Maindrelle.

ANNEXE E

Entraînement Scientifique et Préparation à la Compétition

Chapitre E1

Physiologie de l'Entraînement et Programmes Détaillés

L'entraînement du pigeon voyageur obéit aux mêmes principes physiologiques généraux que l'entraînement des athlètes humains : surcharge progressive, spécificité, récupération et individualisation.

E1.1 Principes Physiologiques de l'Entraînement

Tableau E1.1 — Principes d'entraînement et mécanismes physiologiques

Principe	Application colombophile	Mécanismes physiologiques
Surcharge progressive (Overload)	Augmenter graduellement distance et fréquence des lâchers	Adaptation cardiaque (cardiomégalie) ↑ densité capillaire musculaire ↑ réserves glycogène + lipides
Spécificité	Entraîner vitesse par sprints courts Entraîner fond par distances longues	LDHA-A → activer filière anaérobie β-oxydation → activer filière lipidique Hippocampe → mémorisation trajets
Surcompensation	Période récupération = adaptation Ne pas entraîner pendant récup.	Synthèse protéique musculaire ↑ Reconstruction réserves glucidiques Renforcement mémoire spatiale
Individualisation	Adapter selon résultats individuels Suivi génotype LDHA/DRD4/LRP8	Pigeons LDHA-AA → fond++ DRD4-CT → lâchers solo possibles LRP8-HH → orientation rapide
Progression graduelle	Jeunes: ne pas forcer avant J60 Adultes: progressivité après hiver	Risque fractures de stress si trop tôt Hippocampe mature vers J90-120 Kernel de mémoire J45-90 (LRP8)

E1.2 Programme d'Entraînement Jeunes Pigeons — 0 à 12 Mois

Tableau E1.2 — Programme d'entraînement jeunes pigeons de J30 à 6 mois

Âge	Phase	Activité	Distance/Durée	Objectif	Surveillance
J30-45	Familiarisation	Sorties libres autour colombier	0-500m	Reconnaissance environnement Hippocampe (LRP8 activation)	Tous rentrent?
J45-60	Orientation locale	Lâchers colombier voisinage	0.5-2 km	Repérage carte locale Développement olfactif	Délai retour < 30min
J60-75	Courtes distances	Lâchers entraî. en groupe	5-15 km	Instinct grégaire Orient. magnétique (CRY1)	Pertes < 5%
J75-90	Distances moyennes	Lâchers progressifs seuls ou petits gpes	15-40 km	Orientation autonome DRD4-T: séparation groupe	Délai retour/km
J90-120	Pré-compétition	Distances croissantes 2x/semaine	40-100 km	Condition physique Mémoire trajectoire	Poids, appétit, fientes
4-6 mois	Compétition jeunes	Concours jeunes 100-250 km	100-250 km	Performance réelle Test génomique vs résultat	Résultats individuels

E1.3 Programme Adultes — Préparation Saison

Tableau E1.3 — Programme annuel adultes : entraînement, nutrition et santé

Période	Phase	Programme	Nutrition	Santé
Janvier-Février	Repos actif + accouplement	Sorties libres quotidiennes Pas de lâchers forcés	Ration hivernale + VitE + Ca	Vaccin PMV + Variol Coproscopie
Mars	Reprise progressive	Lâchers 5-10 km 2x/semaine	Transition → ration pré-saison	Bilan santé complet Antibiogramme si nécessaire
Avril	Préparation saison	Lâchers 15-30 km 3x/semaine	Ration vitesse (céréales 75%)	Antitrichom. préventif Probiotiques
Mai-Juin	Saison vitesse	Concours 100-300 km 1-2x/semaine	Électrolytes post-race Grit++	Suivi fientes Poids hebdo
Juillet	Demi-fond/Fond	Concours 300-700 km	Ration fond (légumineuses 35%)	Électrolytes+ L-Carnitine
Août	Grand fond	Concours 700-1200 km	Ration GF maximale (lipides 15%)	Récupération ++ VitB post-race
Sept.-Oct.	Mue + repos	Sorties libres Pas de concours	Ration mue (méthionine 0.6%)	Antiparasitaire Obscurcissement jeunes
Nov.-Déc.	Sélection hivernale	Évaluation résultats Choix reproducteurs	Ration hiver	Tests ADN Planification accoupl.

E1.4 Analyse des Pertes — Causes et Corrections

Tableau E1.4 — Analyse des pertes et corrections — combinaison santé et génomique

Type de perte	Causes principales	Facteurs génomiques	Corrections possibles
Pertes au premier lâcher entraînement	Orientation insuffisamment développée Trop grande distance d'emblée	LRP8-QQ? CRY1-AGAG?	Reprendre à 2-5km Progressivité absolue
Pertes par mauvais temps (vent, pluie)	Inexpérience orientation Sans flair magnétique stable	CRY1-AGAG? GSR-CC?	Éviter conditions extrêmes pour débutants
Pertes en série (même conditions normales)	Problème sanitaire (infections resp., TB)	Non génomique	Bilan vétérinaire complet Walker protocol
Pertes uniquement sur fond (OK en vitesse)	LDHA-BB (acidose précoce) Condition physique insuffisante	LDHA-BB	Entraînement endurance OU spécialisation vitesse
Bons en entraîn. mauvais en concours	Stress social, compétition Manque d'expérience course	DRD4-CCCC? (moins audace)	Habituer aux paniers Lâchers en masse progressifs
Bons en vitesse mauvais en fond	LDHA-BB, F-KER-GG Pas de réserves lipidiques	LDHA, F-KER	Sélectionner pour spécialité vitesse
Retard chronique au retour sans perte	Sinusite (Walker!) Orientation sous-optimale	CRY1-AGAG? LRP8-QQ?	Protocole Walker DT Test génomique CRY1+LRP8

Références scientifiques

- Schaerlaeckens A (2019). Au sujet de l'entraînement. Aviator's Loft — trad. M.Maindrelle.
- van Breemen S — articles sur l'entraînement. Aviator's Loft (41 articles traduits).
- Walker C (2024). Infections respiratoires. Aviator's Loft — trad. M.Maindrelle.

ANNEXE F

Guide Architectural et Technique du Colombier

Le Colombier Optimal — Conception et Aménagement Scientifique

F1.1 Paramètres Architecturaux Essentiels

Tableau F1.1 — Paramètres architecturaux et justifications biologiques

Paramètre	Valeur recommandée	Valeur minimale	Valeur maximale	Justification biologique
Surface/couple reprod.	0.5-0.7 m ²	0.4 m ²	—	Espace territorial, stress minimal
Surface/sport bird	0.25-0.35 m ²	0.2 m ²	—	Hiérarchie sociale stable
Hauteur sous plafond	2.2-2.5 m	2.0 m	3.0m (thermique)	Vol interne possible, renouvel. air
Orientation façade	Plein sud (±30°)	Sud-Est	Sud-Ouest	Ensoleillement max, UV bactéricide
Ventilation	3-5 volumes/h	2 vol./h	8 vol./h	Dilution agents pathogènes + H ₂ O
Hygrométrie	40-60% HR	35%	70%	Zone confort — <35% peau sèche, >70% respiratoire
Température hiver	5-15°C	0°C (survie)	—	Immunité maintenue, pas de gel eau
Température été	<28°C idéal	—	32°C (stress thermique)	Thermorégul. — au-delà: stress+pertes
Luminosité	400-600 lux naturel	200 lux	—	Cycle nyctéméral, comportement normal
Densité perchoirs	1 perchoir/pigeon +30%	1/pigeon	—	Hiérarchie stable, accès garanti
Accès trappe	1 trappe/5-8 pigeons	1 trappe/10	—	Retour rapide, pas d'embouteillage

F1.2 Matériaux et Construction

Tableau F1.2 — Matériaux de construction et équipements recommandés

Élément	Matériau recommandé	Alternative	À éviter	Justification
Sol	Béton lisse + grille PVC ou plancher bois huilé	Carrelage lisse	Terre battue Bois non traité	Nettoyage facile, sec, pas de rongeurs
Murs	Brique + enduit lisse ou bardage bois peint	Parpaing peint	Planches non traitées (aspergillus)	Imperméable, désinfectable
Plafond	Plaque fibro-ciment (isolant thermique)	Bois isolé	Tôle non isolée	Évite condensation et surchauffe
Perchoirs	Bois dur (chêne, hêtre) section ronde Ø35mm	PVC creux	Bois mou pourri Échassiers	Désinfectable, section saisie patte
Cases élevage	Contreplaqué 10mm + toile galvanisée	PVC	Grillage seul (froid)	Intimité couple, nettoyage facile
Fenêtres	Double vitrage + moustiquaire 30x30 mailles/cm ²	Filet fin	Vitre seule sans ventilation	Lumière + ventilation sans courants
Trappe entrée	Plastique mobile ou aluminium	Bois léger	Métal lourd	Légèreté, détection rapide
Abreuvoirs	Inox ou plastique dur lisse, sans recoins	Verre	Galvanisé (zinc toxique) ou plastique mou	Nettoyage facile, pas de dépôts

F1.3 Désinfectants — Guide des Produits

Tableau F1.3 — Guide des désinfectants et protocoles d'utilisation

Désinfectant	Spectre d'activité	Dilution	Contact	Précautions
Glutaraldéhyde 2%	Bactéries, virus, champignons, spores — large spectre	2% (solution mère 25%)	10-15 min	Irritant — gants+masque Rincer avant réintrod. oiseaux
Formaldéhyde 3%	Virus résistants (Parvovirus) bactéries sporulées	Prêt à l'emploi	20-30 min	TRÈS toxique — EPI complets Ban progressif UE
Chlore actif 200 ppm	Bactéries, virus enveloppés	1:25 eau de Javel 8°	5-10 min	Inactivé par matières org. Nettoyer avant appliquer
Ammonium quaternaire	Bactéries gram+, virus env. Moins actif spores	0.5-1%	5 min	Compatibilité matériaux Efficace si propre
Acide citrique 2%	Tartres, biofilms abreuvoirs (pas virucide)	20g/L eau	30 min	Rinçage eau claire Pas de désinfectant global
Peroxyde H ₂ O ₂ 3%	Bactéries, virus, champign. Pas de rinçage si ≤3%	Prêt à l'emploi	10 min	Dégrade à la lumière Monocomposant — sûr
Flambage au gaz	Spores, ectoparasites oeufs d'acariens	—	Contact direct	Précautions incendie Surfaces combustibles: NON

F1.4 Gestion des Nuisibles

Tableau F1.4 — Gestion des nuisibles et vecteurs de maladies

Nuisible	Risque colombophile	Méthode de lutte	Fréquence
Rongeurs (rats, souris)	Réservoir Salmonella+++ Dégradation aliments Morsures œufs	Pièges snap + rodenticides (hors zone oiseaux) Colmatage accès <1cm	Contrôle hebdomadaire Traitement si traces
Moineaux, étourneaux	Réservoir Chlamydia PMV-1 (étourneaux) Compétition alimentaire	Filets anti-oiseaux Trappes sélectives Nettoyage régulier mangeoires	Permanent (filets) Vérification mensuelle
Pigeons sauvages (ramiers)	PMV-1 souches diff. Trichomonas virulents Grippe aviaire risque	Filets autour volière Ne pas nourrir attrait	Permanent
Acariens rouges (D. gallinae)	Anémie, stress nocturne Transmission Salmonella	Acaricide spray (bâtiment) + Ivermectine oiseaux	Traitement préventif printemps et été (2x/an minimum)
Hippobosques	Transmission Haemoproteus Stress	Perméthrine poudre Insecticide environnement	Traitement si observé Surveillance été
Fouines, belettes	Prédation oiseaux Stress (même sans attaque)	Grillage soudé 13x13mm Piège attractif	Contrôle permanent Réparation immédiate

Références scientifiques

- Tully TN Jr & Shane SM (2020). Avian Medicine. CRC Press.
- Gerlach H (1994). Chlamydia, Mycoplasma. In: Ritchie BW. Avian Medicine. Wingers Publishing.

ANNEXE G

Compétitions Internationales, Marché et Philosophie

Chapitre G1

Sport Colombophile International — Organisation et Philosophie

G1.1 Fédérations et Organisation Internationale

Tableau G1.1 — Principales fédérations colombophiles mondiales

Fédération	Pays	Membres estimés	Compétences	Site web
KBDB (Koninklijke Belg. Duivenliefhebbersbond)	Belgique	40 000	Référence mondiale Gestion résultats nationaux	www.kbdb.be
FCF (Fédération Colomb. Française)	France	30 000	Organisation nationale Championnats régionaux et fédéraux	www.fcf.fr
NPO (Nationale Postduiven Organisatie)	Pays-Bas	35 000	Championnat national Base données résultats	www.npo.nl
SHB (Sport Duiven Bond)	Pays-Bas	—	Associations régionales	—
FCI (Fédération Colomb. Internationale)	International	Partenaire PiGen	Olympiades mondiales Standards internationaux	www.pigeonsfci.net
WCPFC (World Colomb. Pigeon Federation)	Mondial	—	Compétitions mondiales	—

G1.2 One Loft Races — Analyse Scientifique

Les One Loft Races (OLR) constituent le design expérimental le plus rigoureux pour évaluer la valeur génétique pure des pigeons, car toutes les variables environnementales (alimentation, soins, entraînement, gestion) sont identiques pour tous les participants. C'est précisément pour cette raison que Kolvenbag et al. (2022) ont utilisé une OLR pour valider les marqueurs génomiques LDHA, DRD4, F-KER et MSTN — les conditions standardisées permettant d'isoler l'effet génétique pur.

Tableau G1.2 — Principales One Loft Races mondiales (2024)

OLR	Localisation	Dist. finale	Inscription/pigeon	Valeur 1er prix	Particularité
Sun City Race	Afrique du Sud	580 km	~350€	500 000+ ZAR	La plus célèbre mondialit
Million Dollar Race	Afrique du Sud	500-600 km	~400€	~800 000 ZAR	Dotation record
Algarve Golden Race	Portugal (Algarve)	350-500 km	~200€	Variable	Populaire Europe
China Speed Race	Chine	Variable	Variable	Record 1.9M € (un pigeon vendu!)	Marché chinois énorme
Iraq Open	Irak	Variable	Variable	Très élevé	Marché moyen-orient.
South Africa OLR	Multiples SA	Variable	Variable	Variable	Terrain difficile

G1.3 Le Marché Colombophile — PIPA et Ventes Internationales

Le marché des pigeons voyageurs d'élite a atteint des sommets historiques depuis l'essor du marché asiatique, particulièrement chinois, depuis 2015. La plateforme PIPA (Pigeon Paradise — www.pipa.be) est la référence mondiale des ventes aux enchères en ligne.

Tableau G1.3 — Marché colombophile — fourchettes de prix et critères d'évaluation

Catégorie	Fourchette de prix	Critères d'évaluation	Risque acheteur
Pigeon champion national (top 3 national)	5 000 – 50 000 €	Résultats vérifiables sur PIPA/KBDB Origines documentées	Faible si résultats vérifiés
Pigeon As-pigeon (multiple top 10%)	2 000 – 15 000 €	Consistance résultats Génotype si disponible	Modéré — vérifier nb pigeons
Fils/filles de champions	500 – 5 000 €	Résultats parents + propres perf. Génotype recommandé	Modéré à élevé
Pigeon avec beau pedigree seulement	Très variable (100€ à 50 000€)	PEDIGREE SEUL ≠ QUALITÉ Vérifier résultats sur plateformes	ÉLEVÉ — pièges fréquents
Records PIPA (records mondiaux)	>1 000 000 € (extrêmes)	Armando (2019): 1.25M€ New Kim (2020): 1.6M€	—

Conseils d'achat — Éviter les pièges

1. TOUJOURS vérifier les résultats sur les bases officielles (KBDB, PIPA, FCF)
2. Le nombre de pigeons inscrits est crucial: 1er/5 inscrits ≠ 1er/5000 inscrits
3. Méfiez-vous du 'battage' médiatique — les noms en vogue changent vite
4. Demander le test génomique (LDHA, DRD4, CRY1) avant achat si >1000€
5. Acheter dans la spécialité: un GF-iste n'est pas un vitessiste — et vice versa
6. Pour débiter: acheter chez un colombophile local de confiance, voir les résultats
7. Les porteurs sains de paratyphose ou chlamydie peuvent venir avec un beau pigeon
→ Exiger un bilan sanitaire récent avant toute acquisition > 500€

G1.4 Philosophie du Champion — Synthèse des Grands Enseignements

Après 10 ans de traductions d'articles sur Aviator's Loft, Martial Maindrelle a synthétisé les grandes vérités universelles qui transcendent les différences de méthodes et de cultures colombophiles :

Tableau G1.4 — Vérités universelles du champion colombophile — Sources et validation scientifique

Vérité universelle	Source	Validation scientifique
La santé est fondatrice — sans santé, aucune performance possible quelle que soit la génétique	Dr Colin Walker Dr Zsolt Talaber	PiCV → immunodépression → mauvais génotype masqué par maladies subcliniques (Walker 2024)
La sélection rigoureuse sur les performances réelles est la voie royale — pas les origines	Ad Schaerlaeckens 121 articles blog	Héritabilité $h^2=0.25$ → gain 0.5-1%/génération si sélection rigoureuse (van den Berg 2016)
La qualité prime TOUJOURS sur la quantité — un effectif maîtrisé géré à la perfection	Ad Schaerlaeckens Steven van Breemen	Surpeuplement → stress → ↑ cortisol → immunosupp. → maladie → mauvaises performances (Dohms 1991)
Entraîner les jeunes correctement la première année est fondateur et irremplaçable	Ad Schaerlaeckens van Breemen	Hippocampe en développement J0-J120 Plasticité maximale → LRP8 (PiGen 2024)
L'observation quotidienne fine et attentive complète et transcende tous les outils	Ad Schaerlaeckens	Détection précoce maladies subcliniques 3 éternuements/5min → action (Walker 2024)
Les 8 gènes testés sont un outil parmi d'autres — jamais une garantie de succès	PiGen.be 2024 Kolvenbag 2022	8 gènes = fraction de la variance totale → Complément aux performances réelles
La patience sur des décennies différencie le champion du lauréat occasionnel	Van Breemen, Schaerlaeckens	Gain génétique cumulatif sur générations → 35-42% amélioration sur 5 générations (proj.)

Références scientifiques

- Schaerlaeckens A (2020). Mes 12 commandements. Aviator's Loft — trad. M.Maindrelle.
- van Breemen S (2018-2024). Articles colombophilie. Aviator's Loft — trad. M.Maindrelle.
- Walker C (2024). Infections respiratoires. Aviator's Loft — trad. M.Maindrelle.
- Dohms JE & Metz A (1991). Stress-mechanisms of immunosuppression. *Vet Immunol Immunopathol* 30:89.
- van den Berg RA et al. (2016). Genetic parameters for racing pigeon performance. *J Anim Sci* 94:921.

ANNEXE H

Ressources, Glossaire et Index Thématique

Chapitre H1

Glossaire Scientifique — Termes Essentiels en Génomique et Vétérinaire

Glossaire H1.1 — Termes scientifiques essentiels en génomique et médecine vétérinaire colombophile

Terme	Domaine	Définition
Acide aminé soufré	Nutrition	Méthionine et cystéine — précurseurs de la kératine des plumes. Limitants pendant la mue.
Allèle	Génétique	Variante d'un gène en un locus chromosomique donné. Ex: LDHA-A et LDHA-B.
Antibiogramme	Pharmacologie	Test de sensibilité d'une bactérie à différents antibiotiques. Indispensable avant toute antibiothérapie.
APMV-1	Virologie	Avian Paramyxovirus type 1 — agent de la paramyxovirose du pigeon (PMV-1).
Axostyle	Parasitologie	Structure rigide caractéristique des trichomonas — aide au diagnostic microscopique.
β-oxydation	Biochimie	Dégradation mitochondriale des acides gras pour produire de l'ATP — filière énergétique du grand fond.
BLUP	Génétique quantit.	Best Linear Unbiased Prediction — méthode statistique de prédiction de la valeur génétique.
Bourse de Fabricius	Anatomie/Immunol.	Organe lymphoïde primaire du pigeon — site de maturation des lymphocytes B. Détruit par PiCV.
CASK	Génomique	Calcium/Calmodulin-dependent Serine Protein Kinase — gène impliqué dans la synaptogenèse.
Corps élémentaire	Microbiologie	Forme infectieuse extracellulaire de Chlamydophila psittaci — résistant dans l'environnement.
CRY1	Génomique	Cryptochrome 1 — flavoprotéine rétinienne impliquée dans la magnétoréception et le rythme circadien.
Déshydratation	Physiologie	Déficit en eau corporelle — cause majeure de pertes en course par temps chaud et humide.
DRD4	Génomique	Dopamine Receptor D4 — récepteur impliqué dans la prise de risque, l'exploration et le mordant.
EBV	Génétique quantit.	Estimated Breeding Value — valeur génétique d'élevage estimée sur performances.
Électrolytes	Pharmacologie	Ions (Na ⁺ , K ⁺ , Mg ²⁺ , Cl ⁻) essentiels à l'équilibre hydrique — administrés après les courses.
F-KER	Génomique	Feather Keratin (FCBP) — gène codant la kératine structurale des plumes. Lié à l'aérodynamisme.
FCBP	Génomique	Feather Corneous Beta Protein — autre nom du gène F-KER.
GAS	Génétique	Genome-Associated Selection — sélection assistée par marqueurs génomiques. CASK = 1 ^{er} candidat.
GEBV	Génétique	Genomic Estimated Breeding Value — valeur génétique estimée par données génomiques SNP.
Génotype	Génétique	Constitution génétique d'un individu pour un ou plusieurs gènes. Ex: LDHA-AA.
GSR	Génomique	Glutathion-diSulfide Reductase — enzyme antioxydante liée à la magnétoréception.
GWAS	Génomique	Genome-Wide Association Study — analyse d'association pangénomique pour identifier des QTL.
Hétérosis	Génétique	Vigueur hybride — performances supérieures des croisements F1 vs les lignées parentales consanguines.
Héritabilité (h ²)	Génétique quantit.	Fraction de la variance phénotypique due à la variance génétique additive. 0=0%, 1=100%.
Hippocampe	Neuroanatomie	Région du cerveau impliquée dans la mémoire spatiale et la navigation. Lié au gène LRP8.
IHA	Diagnostic viral	Inhibition de l'Hémagglutination — sérologie de référence pour le diagnostic PMV-1.
KASP	Génomique	Kompetitive Allele-Specific PCR — technologie de génotypage SNP rapide et évolutive.
LDHA	Génomique	Lactate DesHydrogénase A — enzyme du métabolisme anaérobie. Allèle A = expression accrue.
LRP8	Génomique	LDL Receptor-related Protein 8 — récepteur impliqué dans la croissance de l'hippocampe.
Magnétoréception	Neurobiologie	Perception du champ magnétique terrestre pour la navigation. Implique CRY1, CRY4, GSR.
MSTN	Génomique	Myostatine — facteur inhibiteur de la croissance musculaire. MSTN↓ = masse musculaire ↑.
OPG	Parasitologie	Oocystes Par Gramme de fientes — unité de mesure de la charge parasitaire en coccidiose.
Parabronche	Anatomie	Unité fonctionnelle d'échange gazeux du poumon avien — permet flux unidirectionnel.
PCR	Diagnostic	Polymerase Chain Reaction — amplification d'ADN pour le diagnostic moléculaire des pathogènes.
PiCV	Virologie	Pigeon Circovirus — virus immunosuppresseur qui détruit la bourse de Fabricius.
PiGen	Tests ADN	Laboratoire belge de tests génomiques pour pigeons voyageurs. www.pigen.be
QTL	Génomique	Quantitative Trait Locus — région génomique associée à un trait quantitatif de performance.

Terme	Domaine	Définition
Reelin	Neurobiologie	Protéine de signalisation neuronale — voie Reelin-LRP8 impliquée dans plasticité synaptique.
SNP	Génomique	Single Nucleotide Polymorphism — variation d'une seule base dans la séquence ADN. Base des tests génomiques.
Syrinx	Anatomie	Organe vocal du pigeon, situé à la bifurcation trachéo-bronchique. Important en clinique (pas de glotte).
Trophozoïte	Parasitologie	Forme végétative active de <i>Trichomonas gallinae</i> — seule forme pathogène, sans kyste.
Veuvage	Méthode de jeu	Séparation des couples pour créer une frustration sexuelle stimulant le retour rapide en course.
VO2 max	Physiologie	Consommation maximale d'oxygène — indice de la capacité aérobie. Pigeon: ~200 ml/kg/min (x2-3 vs mammifères).
Wulst	Neuroanatomie	Région dorso-médiale du cortex avien — équivalent du cortex visuel et du cervelet. Rôle dans navigation.

Index des Ressources et Sites de Référence

Tableau H2.1 — Ressources de référence — Sites, laboratoires et organisations

Type	URL / Contact	Description
Blog colombophile Francophone	www.aviators-loft.com martial.maindrelle@wanadoo.fr	200+ articles traduits en français Référence francophone colombophile
Tests ADN pigeon	www.pigen.be info@pigen.be	8 marqueurs génomiques, KASP Dr Lanckriet + Dr Lanneau
Logiciel gestion	www.pir3.net	Gestion colombier complète Résultats, généalogies, inventaires
Ventes colombophiles	www.pipa.be	Référence mondiale ventes Auctions en ligne + résultats
Fédération belge	www.kbdb.be	Résultats officiels belges Base de données courses
Fédération française	www.fcf.fr	Résultats officiels français Calendrier concours
Tests ADN USA	www.feanixbio.com	LDHA, DRD4, CRY1, F-KER, MSTN Technologie KASP
Tests ADN Slovénie	www.animalabs.com	Tests PCR-RFLP classiques
Actualités	pigeon-master.news	Résultats temps réel Actualités colombophiles
Compléments (MAPP)	www.margrispigeons.com	Système MAPP — compléments Nutri. phyto. colombophile
Littérature scientif.	pubmed.ncbi.nlm.nih.gov	Articles scientifiques de référence Recherche: 'racing pigeon'
Alimentation	www.beyersbelgium.be	Mélanges alimentation référence Manuel gratuit PDF
Réglementation EU	www.efsa.europa.eu	Avis scientifiques officiels Grippe aviaire, APMV-1
Réglementation FR	www.anses.fr	Avis vétérinaires officiels France — chlamydirose, etc.

Ce guide a été élaboré avec le plus grand soin en synthétisant les meilleures sources scientifiques disponibles à la date d'édition (2024). La science évolue rapidement : consultez régulièrement le blog Aviator's Loft (www.aviators-loft.com) pour les dernières traductions et mises à jour.